

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

(назва факультету)

кафедра металургійного обладнання

(повна назва кафедри)

## ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

На тему Удосконалення механізмів и вузлів змішувача–окомковувача  
безперервної дії агломераційного цеху ПАТ «Запоріжсталь»

Виконав: студент групи 6.1332-с

Калюжний М. Р.

(ПІБ)

(підпис)

спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

спеціалізація

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

133.00.12 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Керівник Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя – 2025 року

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. ПотебніКафедра металургійного обладнанняРівень вищої освіти бакалавр

(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма 133.00.12 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедру А.О. Власов

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## Завдання

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

Калюжного Михайла Руслановича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема бакалаврської роботи: Удосконалення механізмів и вузлів змішувача–окомковувача безперервної дії агломераційного цеху ПАТ «Запоріжсталь».  
керівник бакалаврської роботи доцент Васильченко Т.О.  
затверджені наказом вищого навчального закладу від “27” грудня 2024 року № 2031-с.
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 9 червня 2025 року.
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи техніко-економічні показники роботи агломераційного цеху
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Загальна частина; 2. Спеціальна частина; 3. Експлуатаційна частина; 4. Охорона праці та техногенна безпека. Загальні висновки та рекомендації
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Загальний вигляд пистрою змішувального барабану – 1А1; 2. Змішувальний барабан L=7,5 м – 2А1; 3. Привод змішувального барабану – 1А1; 4. Проміжний вал приводу змішувального барабану – 1А1.

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|        |                                           | Завдання видав | Завдання прийняв |
| 1      | Васильченко Т.О., доцент, к.т.н.          |                |                  |
| 2      | Васильченко Т.О., доцент, к.т.н.          |                |                  |
| 3      | Васильченко Т.О., доцент, к.т.н.          |                |                  |
| 4      | Васильченко Т.О., доцент, к.т.н.          |                |                  |

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                                      | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Примітки |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|
| 1     | Збір матеріалу на проєктування                                           | 13.05.2025 – 20.05.2025                       |          |
| 2     | Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проєктування | 21.05.2025 – 27.05.2025                       |          |
| 3     | Виконання теоретичної частини проєкту                                    | 26.05.2025 – 29.05.2025                       |          |
| 4     | Виконання графічної частини проєкту                                      | 30.05.2025 – 05.06.2025                       |          |
| 5     | Написання та оформлення пояснювальної записки                            | 06.06.2025 – 10.06.2025                       |          |
| 6     | Перевірка проєкту консультантами                                         | 11.06.2025 – 13.06.2025                       |          |
| 7     | Попередній захист проєкту                                                | 14.06.2025                                    |          |
| 8     | Переплітання пояснювальної записки                                       | Згідно з графіком                             |          |
| 9     | Захист проєкту у ДЕК                                                     | Згідно з графіком                             |          |

Студент \_\_\_\_\_  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Калюжний М. Р. Удосконалення механізмів и вузлів змішувача–окомковувача безперервної дії агломераційного цеху ПАТ «Запоріжсталь».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавр за спеціальність 133 – Галузеве машинобудування, керівник Т. О. Васильченко. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра металургійного обладнання, 2025.

Зношування пов'язане з нерівномірним навантаженням від налипання шихти на стінки барабана. Незручністю є часта заміна гумових сегментів, що призводить до тривалих простоїв обладнання.

Для забезпечення швидкої заміни, тривалої та безвідмовної роботи приводу пропонується замінити еластичну муфту на зубчасту. Влаштування зубчастої муфти забезпечить швидку заміну, центрування, а, отже, зменшить простій обладнання.

Ключові слова: АГЛОМЕРАЦИОННАЯ МАШИНА, СМЕСИТЕЛЬНЫЙ БАРАБАН, АГЛОМЕРАТ, РЕДУКТОР, МУФТА, МОМЕНТ, ОПАСНОЕ СЕЧЕНИЕ

## ABSTRACT

Kalyuzhny M. R. Improvement of mechanisms and units of the continuous mixer-granulator of the sintering shop of PJSC "Zaporizhstal".

Qualification final work for obtaining the degree of higher education bachelor in specialty 133 - Industrial mechanical engineering, supervisor T. O. Vasylchenko. Zaporizhzhia National University, Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebna, Department of Metallurgical Equipment, 2025.

Wear is associated with uneven loading from the adhesion of the charge to the walls of the drum. The inconvenience is the frequent replacement of rubber segments, which leads to long downtimes of the equipment.

To ensure quick replacement, long-term and trouble-free operation of the drive, it is proposed to replace the elastic coupling with a gear one. The installation of a

gear coupling will ensure quick replacement, centering, and, therefore, reduce the cost of equipment.

Keywords: SINTERING MACHINE, MIXING DRUM, AGGLOMERATE, REDUCER, CLUTCH, TORQUE, DANGEROUS CROSS SECTION

## ЗМІСТ

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП.....</b>                                                                                                   | <b>7</b>  |
| <b>1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА .....</b>                                                                                     | <b>8</b>  |
| 1.1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО .....                                                                       | 8         |
| 1.2 УСТРІЙ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ФАБРИКИ .....                                                                             | 13        |
| 1.3 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА АГЛОМЕРАТУ .....                                                                         | 15        |
| 1.4 ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ЦЕХУ ..                                                   | 17        |
| 1.5 "ВУЗЬКІ МІСЦЯ" АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ЦЕХУ.....                                                                        | 18        |
| <b>2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....</b>                                                                                    | <b>19</b> |
| 2.1 ТЕХНОЛОГІЯ ПІДГОТОВКИ АГЛОМЕРАТУ ДО СПІКАННЯ.....                                                               | 19        |
| 2.2 КОНСТРУКЦІЯ, ПРИНЦИП РОБОТИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОСНОВНОГО<br>ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ФАБРИКИ ..... | 19        |
| 2.2.1 <i>Агломераційна машина безперервної дії.....</i>                                                             | <i>19</i> |
| 2.2.2 <i>Принцип роботи агломераційної машини .....</i>                                                             | <i>20</i> |
| 2.2.3 <i>Барабанний змішувач.....</i>                                                                               | <i>22</i> |
| 2.2.4 <i>Охолоджувачі агломерату.....</i>                                                                           | <i>24</i> |
| 2.2.5 <i>Живильники.....</i>                                                                                        | <i>25</i> |
| 2.2.6 <i>Обладнання для подрібнення матеріалу.....</i>                                                              | <i>27</i> |
| 2.3 РЕЖИМИ РОБОТИ ЗМІШУВАЛЬНОГО БАРАБАНА БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ .....                                                     | 30        |
| 2.4 ПРОПОЗИЦІЯ ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ .....                                                                              | 33        |
| 2.5 РОЗРАХУНОК ПРИВОДУ БАРАБАННОГО ЗМІШУВАЧА.....                                                                   | 34        |
| 2.5.1 <i>Визначення крутного моменту на барабані .....</i>                                                          | <i>34</i> |
| 2.5.2 <i>Розрахунок приводу барабана.....</i>                                                                       | <i>39</i> |
| <b>3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА.....</b>                                                                                | <b>43</b> |
| 3.1 ТЕХНОЛОГІЯ СКЛАДАННЯ ТА МОНТАЖУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ...                                                   | 43        |
| 3.2 ФУНДАМЕНТИ ПІД ОБЛАДНАННЯ .....                                                                                 | 44        |
| 3.2.1 <i>Розрахунок фундаменту для встановлення приводу барабана<br/>змішувача .....</i>                            | <i>44</i> |
| 3.2.2 <i>Розрахунок анкерних болтів для закріплення редуктора до<br/>фундаменту.....</i>                            | <i>47</i> |
| <b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....</b>                                                                   | <b>51</b> |
| 4.1 РІВЕНЬ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ.....                                                                                   | 51        |
| 4.2 АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ ТА ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО<br>СЕРЕДОВИЩА.....                                         | 52        |
| 4.3 ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ .....                                                                | 54        |
| 4.3.1 <i>Об'ємно-планувальні рішення будівель та споруд цеху.....</i>                                               | <i>54</i> |
| 4.3.2 <i>Опалення та вентиляція.....</i>                                                                            | <i>54</i> |
| 4.3.3 <i>Природне та штучне освітлення.....</i>                                                                     | <i>56</i> |
| 4.3.4 <i>Побутові та допоміжні приміщення .....</i>                                                                 | <i>57</i> |

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
|                                                               | 3         |
| 4.3.5 <i>Виробничий шум, виробнича вібрація</i> .....         | 58        |
| 4.3.6 <i>Виробничі випромінювання</i> .....                   | 59        |
| 4.4 ЗАХОДИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ .....                            | 60        |
| 4.5 ЗАХОДИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ.....                              | 60        |
| 4.6 РІШЕННЯ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЦЕХУ ..... | 62        |
| 4.7 РОЗРАХУНОК ЦИКЛОНУ.....                                   | 62        |
| <b>ВИСНОВКИ</b> .....                                         | <b>66</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....                   | <b>67</b> |
| <b>ДОДАТКИ</b> .....                                          | <b>70</b> |

## ВСТУП

Сьогодні «Запоріжсталь» — індустріальний гігант, продукція якого добре відома більш ніж у 100 країнах світу.

За обсягом виробництва він входить до четвірки найбільших підприємств України. Комбінат є виробником високоякісної металопродукції — чавуну, сталі, листового прокату з вуглецевих, низьколегованих, легованих та нержавіючих сталей, гнутого профілю, жерсті, будівельних матеріалів та товарів народного споживання.

Комбінат є одним із основних постачальників листового прокату та гнутих профілів для українського машинобудування, жерсті для харчової промисловості.

Міжнародне визнання та повага, якою користується «Запоріжсталь» у діловому світі, підтверджено численними міжнародними та національними призами та нагородами за конкурентну та якісну продукцію, а також інтеграцію у світову економіку.

Сьогодні особлива увага приділяється якості продукції, що випускається. Для чого здійснюється контроль над дотриманням встановлених технологій на всіх стадіях виробництва, а також над якістю сировини, матеріалів і відвантажуваної продукції.

Створення на комбінаті «Запоріжсталь» Системи управління якістю, що відповідає вимогам міжнародних стандартів ISO серії 9000 і 14000, є першим кроком на шляху реалізації на комбінаті концепції загального менеджменту якості.

Розроблено програму технічного переозброєння до 2030 р. Передбачені заходи спрямовані на підвищення якості та конкурентоспроможності продукції, оновлення основних фондів, впровадження новітніх технологій, розширення асортименту, захист довкілля та економію матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів.

## **1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА**

### **1.1 Загальні відомості про підприємство**

ПАТ «Запоріжсталь» виробляє високоякісний листовий прокат (гарячекатаний та холоднокатаний) товщиною 0,5-0,7 мм з вуглецевих, низьколегованих, легованих та нержавіючих сталей.

Основними споживачами продукції комбінату є підприємства автомобільного, авіаційного, сільськогосподарського, транспортного машинобудування, виробники зварних труб, виробів побутової техніки та інші.

Комбінат займає стійке становище на ринку, рік за роком просуваючись угору у списку найбільших виробників сталі. Основні зусилля спеціалістів "Запоріжсталі" спрямовані на освоєння нових ринків та видів продукції, зміцнення позитивного іміджу підприємства, розширення географії постачання. Основа успіху суворе дотримання та постійне вдосконалення технологічних процесів, висока якість продукції, чітке виконання договірних зобов'язань, орієнтація на потреби ринку та вміле впровадження ринкових механізмів управління.

Міжнародне визнання "Запоріжсталі" у діловому світі підтверджено міжнародним призом "За найкращу торгову марку-1999". 16 листопада 1933 року відзначено як день народження комбінату "Запоріжсталь". Цього дня на доменній печі №1 було видано першу плавку чавуну. В 1935 вступила в дію перша мартенівська піч, в 1937 - слябінг.

У наступні роки було введено в експлуатацію цехи з виробництва гарячого та холодного прокату.

Комбінат "Запоріжсталь" складається з 8 основних та 56 допоміжних цехів, у яких працюють понад 20 тисяч осіб. Щорічно проєктні потужності комбінату дозволяють виробляти 4 млн. тонн чавуну, 3,6 млн. тонн гарячого прокату та 1,2 млн. тонн холодного прокату.

Основними цехами комбінату є:

- доменні;
- сталеплавильні;
- прокатні.

Сировина у вигляді руди, коксу та різних добавок надходить в агломераційний цех, що виробляє агломерат, який, у свою чергу, надходить у доменну піч, в якій виплавляється чавун.

Чавун постачається як готова продукція, а також на подальшу переробку в сталеплавильні цехи (мартенівський, штейновий). У ливарних цехах здійснюється фасонне лиття заготовок.

У сталеплавильному цеху, після добавки всіх складових металу йде розлив розплавленого металу у виливниці, який у свою чергу після охолодження прямує в обтискний цех.

Зливки в обтискному цеху розкочують на сляби, і відправляють до інших прокатних цехів, які випускають великий сортамент.

Допоміжні цехи призначені для обслуговування основних цехів та забезпечення їхньої безперебійної роботи. До цієї групи входять: енергетичні, вогнетривкі, транспортні, ремонтні та інші цехи.

Агломераційний цех комбінату вступив у дію 1 серпня 1951 р. У цеху виробляється основний залізорудний агломерат. Майже всі процеси виробництва агломерату автоматизовані. Агломератники заводу досягли найбільшої продуктивності праці серед агломераційних фабрик СНД такої ж потужності і виробляють агломерат гарної якості.

16 листопада 1933 р. введено в дію доменний цех. Сьогодні в доменному цеху на 5 доменних печах виплавляється 2,3 млн. тонн передільного та ливарного чавуну на залізорудній шихті, що складається з агломерату власного виробництва та котунів. Використовуючи сучасну технологію доменного виробництва, комбінат виплавляє чавун високої якості для виробництва сталі, великогабаритного чавунного лиття безпосередньо на комбінаті, а також товарного чавуну. Відмінною особливістю запорізького чавуну є низький вміст сірки та фосфору, завдяки чому він має широкий попит на світовому ринку.

Першу мартенівську піч на комбінаті було пущено 21 вересня 1935 р. Нині у мартенівському цеху комбінату працює 9 печей, ємністю 250-500 тонн із загальною продуктивною потужністю 3,8 млн. тонн на рік. Сталь виробляється скрап-рудним процесом на рідкому чавуні. Мартенівські печі опалюються природним газом. Для інтенсифікації виплавки сталі усім печам використовується кисень. Сталь продувається аргоном. Сталь, що виплавляється - маловуглецева і середньовуглецева конструкційна і звичайної якості, низьколегована - розливається в зливки масою до 20 тонн і використовується для виробництва листового прокату.

Стан слябінг вступив у дію 1 квітня 1937 р. Обтискний стан слябінг "1150" прокочує зливки масою до 20 тонн із вуглецевої легованої та нержавіючої сталі на сляби товщиною 100-200 мм, шириною 1000-1520 мм, довжиною 1800-4700 мм. Нагрів злитків проводиться у регенеративних колодязях. Сляби призначені для перекочування на лист, в гарячому стані передаються на широкосмуговий стан гарячої прокатки.

Цех холодної прокатки №1 введено в дію 1 квітня 1939 року. У цеху на безперервному чотириклітинному стані «1680», двох одноклітинних реверсивних станах «1680» і «1200», двадцятивалковому стані «1700» та двох безперервних вузькосмугових чотириклітинних станах «450» і «650» маловуглецевої, низьколегованої, легованої та нержавіючої сталі. Цех оснащений засобами для дресирування, поперечного та поздовжнього різання, що забезпечують постачання холоднокатанного прокату товщиною від 0,2 до 2,5 мм, шириною від 10 до 1500 мм та довжиною листа до 4000 мм, а також рулони масою до 14 тонн.



Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва ПАТ «Запоріжсталь»

Відділ технічного контролю створено 1932 р. під час будівництва комбінату. В даний час 306 контролерів і 34 інженерно-технічних працівники на 8 ділянках ВТК здійснюють роботу з: входного контролю надходить сировини та матеріалів (залізорудна сировина, металобрухт, графіт, вогнетриви, піски, вапняк, феросплави, вугілля та ін.), контролю за дотриманням технологічних процесів за якістю продукції, оформленням документів, що засвідчують відповідність готової продукції вимогам стандартів.

Механічний цех комбінату було введено в експлуатацію у 1932 р. Сьогодні колектив механічного цеху, що налічує понад 700 працівників, виготовляє запасні частини та обладнання для цехів комбінату. Служба головного механіка забезпечує ефективну, безаварійну роботу механічного обладнання, утримання будівель та споруд підприємства за мінімальних витрат трудових та матеріальних ресурсів.

Основним завданням створеного у липні 1946 р. цеху КВП є автоматизація теплових процесів на комбінаті. Цех складається з 3-х лабораторій, 10-ти виробничих та 2-х ремонтних ділянок. Основні функції – ремонт та обслуговування засобів та систем вимірювання та автоматизації параметрів теплотехнічного контролю технологічних процесів.

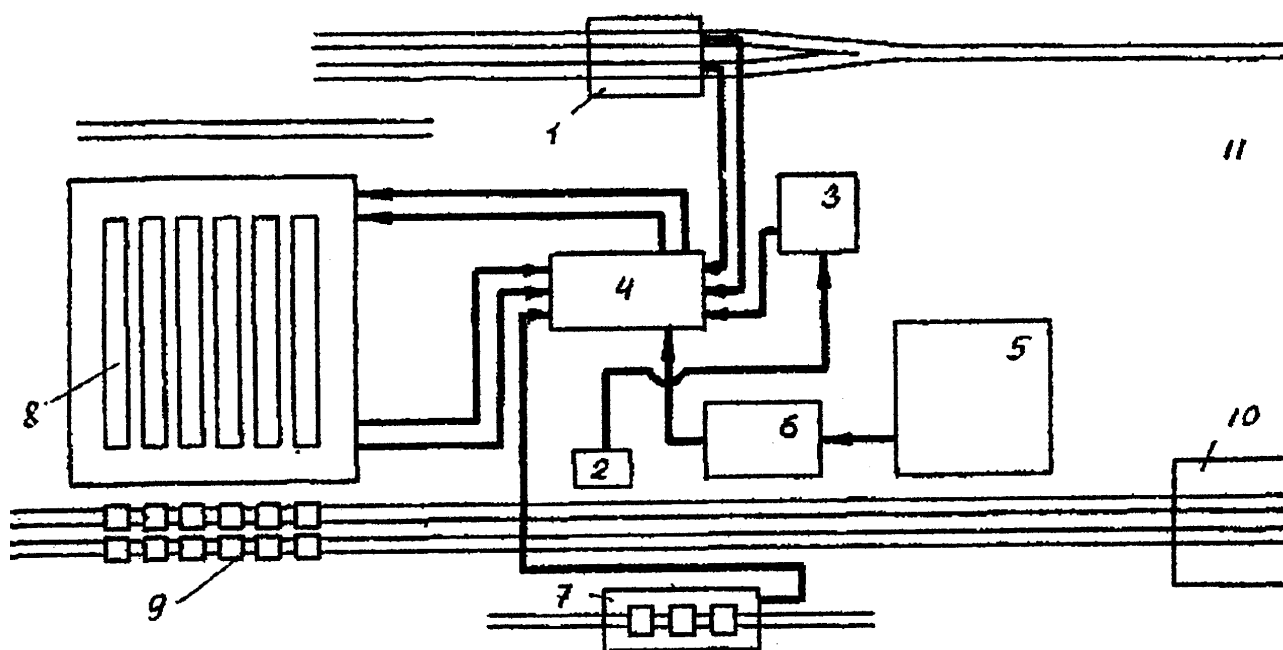
Центральна лабораторія автоматизації та механізації (ЦЛАМ) створена у жовтні 1960 року. Сьогодні до складу ЦЛАМ входять 10 лабораторій, у т.ч. год. 3 конструкторські лабораторії з механізації виробничих процесів; 4 конструкторські лабораторії з автоматизації виробничих процесів; лабораторія з виготовлення засобів механізації; лабораторія з виготовлення засобів автоматизації; лабораторія планування та підготовки виробництва. За завданням цехів ЦЛАМ розробляє технічну документацію, виготовляє нестандартне механічне обладнання механізації та полегшує ручну працю; розробляє, виготовляє та впроваджує автоматизовані системи обліку продукції, системи збирання та обробки інформації, проводить у цехах монтаж, налагодження та введення в промислову експлуатацію засобів механізації та автоматизації.

## 1.2 Устрій агломераційної фабрики

Агломераційна фабрика складається з наступних основних відділень: відділення приймальних бункерів, складу шихтових матеріалів, корпусу дроблення вапняку, корпусу подрібнення палива, змішувального відділення, спікального корпусу, відділення охолодження та сортування агломерату (рисунок 1.2).

Транспортний зв'язок між відділеннями та окремими машинами та агрегатами фабрики здійснюється в основному стрічковими конвеєрами.

Принципова схема технологічного процесу агломерації, що застосовується на агломераційній фабриці, представлена на рисунку 1.3.



- 1 – приймальні бункери руди; 2 – приймальні бункери коксу; 3 – корпус дроблення коксу; 4 – шихтові бункери; 5 – приймальні воронки вапняку; 6 – корпус дроблення вапняку; 7 – приймальні бункери колошникового тилу; 8 – агломераційні машини; 9 – вагони агломерату; 10 – бункера доменного цеху; 11 – рудний двір

Рисунок 1.2 – Схема розташування ділянок аглофабрики

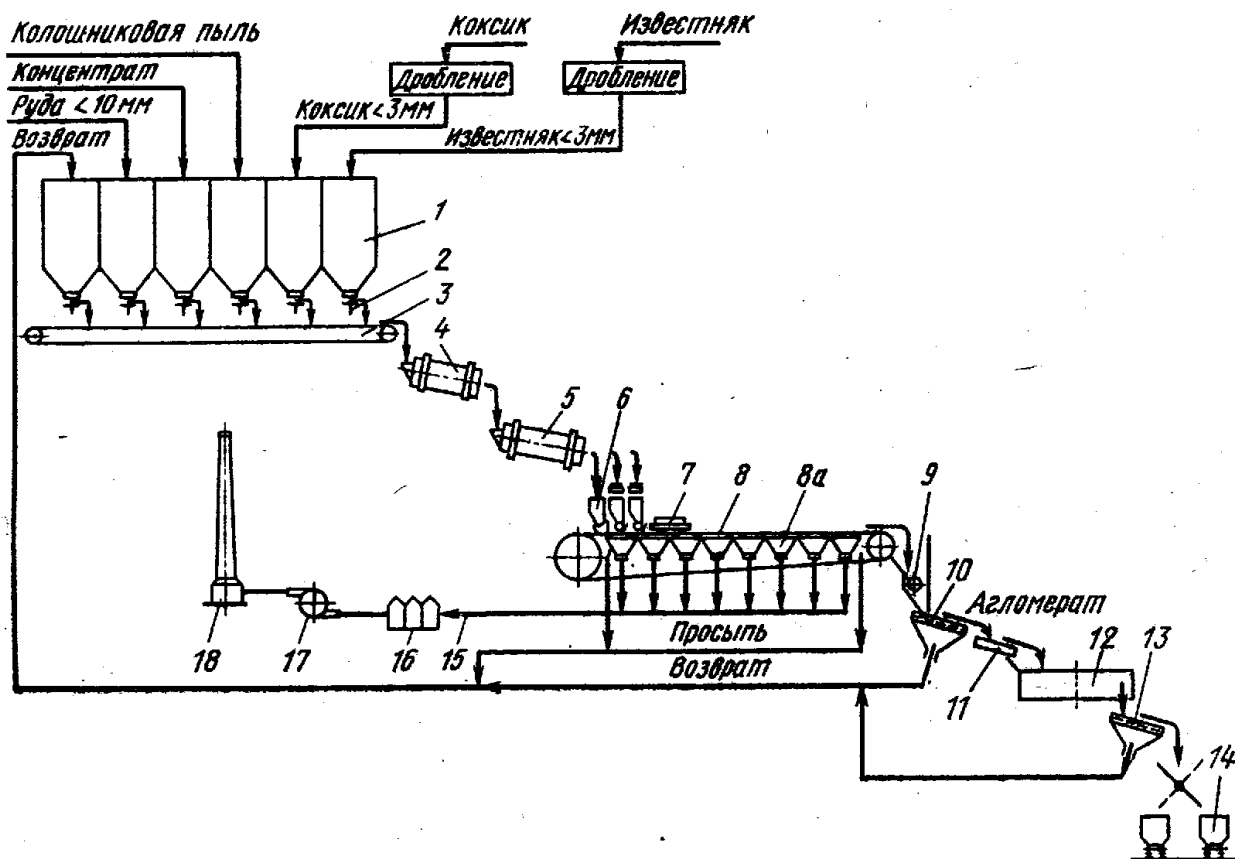


Рисунок 1.3 – Принципова схема виробництва агломерату

У бункера 1 подають залізовмісну частину шихти (концентрат, руду, колошниковий пил і повернення), а також коксик і вапняк. Перед подачею коксик піддають подрібненню в чотиривалковій дробарці, а вапняк - молотковій. З бункерів шихтові матеріали у певних співвідношеннях видають живильниками 2 на стрічковий конвеєр 3. Потім матеріали надходять у барабанний змішувач 4 і озмішувач 5, в яких вони перемішуються, зволожуються і окамковуються.

Далі підготовлена таким чином шихта подається в бункери - розподільники 6, де гуркотінням з шихти виділяють велику фракцію - підстилковий матеріал (ліжка). Живцями шихти укладають на стрічку машини 8 спочатку велику фракцію, а потім решту шихти.

Покладена на безперервно рухомі візки (стрічку) шихта надходить під запальний горн 7, який запалює коксик, що знаходиться в шихті, і завдяки безперервному просмоктуванню через шихту повітря ексгаустером 17 відбувається її спікання. Ексгаустер створює розрядження під робочою гілкою

стрічки машини у вакуум-камерах 8а, що забезпечує видалення в атмосферу через димар 18 газоподібних продуктів горіння. На ділянці газового колектора 15 між машиною та ексгаустером продукти горіння очищаються в газоочисному пристрої 16 від пилу та просипу шихти та агломерату.

Агломерат піддається дробленню в дробарці 9 і розсіву на гуркоті 10. Фракція менше 10 мм повертається в бункера 1. Агломерат крупністю більше 10 мм вважається придатним для доменної плавки.

Середня температура спеченого агломерату становить 500-600, а в нижній частині 1200 °С. Використання гарячого агломерату в доменній плавці не активізує відновлення; разом з тим воно негативно впливає на стійкість обладнання шихтоподачі до доменних печей та погіршує умови роботи в доменному цеху. Тому агломерат охолоджують в охолоджувачі 12, що встановлюється за гуркотом гарячого агломерату, або частково охолоджують його на хвостовій частині агломераційної стрічки продуванням зверху вниз (або знизу вгору) холодного повітря через шар матеріалу. Агломерат з гріх ота в охолоджувач подається живильником 11.

З охолодженого агломерату на гуркоті 13 виділяють дрібницю. Готовий агломерат доставляють доменний цех в агловозах 14 (спеціальних металевих залізничних вагонах) або стрічковими конвеєрами.

### **1.3 Технологія виробництва агломерату**

Процес виробництва офлюсованого агломерату складається з наступних етапів; приготування шихти, змішування, зволоження та оздоблення готової шихти, відсівання повернення та транспортування його до шихтового відділення; навантаження агломерату в хопери та контроль його якості.

Всі матеріали, що входять до складу агломераційної шихти, перед спіканням піддаються змішуванню, зволоженню та оздобленню.

Призначення змішування, зволоження та окомкування шихти - забезпечення нормального протікання процесу спікання шляхом отримання

однорідної суміші всіх компонентів шихтових пилових фракцій для підвищення газопроникності шару шихти.

Змішування, зволоження та обгорткування шихти проводиться в змішувальних барабанах, розташованих над агломераційними машинами.

Після виходу із змішувального барабана агломераційна шихта подається в проміжний бункер, в якому підтримується її постійний рівень між 2 і 3 відмітками. З проміжного бункера шихта поступово подається на всю ширину живильника, з якого по завантажувальному лотку поступово скочується на палети.

Поверхня шихти, завантаженої на палети, постійно загладжується за допомогою спеціальної прасування, розташованої за завантажувальним пристроєм.

Висота шару шихти на аглоленті з умов отримання якісного агломерату підтримується в межах 350-400 мм.

Рівномірний розподіл шихти по всій ширині аглоленти одна із необхідних умов нормального перебігу процесу спікання.

Процес спікання агломерату починається із запалювання верхнього шару шихти при переміщенні його під запальним горном. Запалювання шихти має бути рівномірним та досить інтенсивним.

Для забезпечення нормального запалювання шихти необхідна постійна підтримка температури горна в межах 1230-1270°C °.

Призначення спікання; з дрібних пилових матеріалів отримати кусуватий, губчастий продукт з високою газопроникністю, міцністю та відновлюваністю, що забезпечують можливість інтенсивного та рівного ходу доменних печей.

Спікання ведеться на колошникових ґратах палеті агломераційної машини методом просмоктування за рахунок розвитку високих температур у вигляді шихти, при горінні палива, що знаходиться в шихті.

Агломерат, що сходить з палет, потрапляє на стаціонарний колосниковий гуркіт для відсіву фракцій у бункер повернення, після чого по похилому жолобу агломерат надходить у спеціальні вагони (хопери).

З бункера повернення надходить у барабан охолодження повернення, в якому охолоджується водою до температури 80-90°C °. З барабана охолодження повернення надходить транспортерами в бункери шихтового відділення, з яких дозується в шихту.

#### 1.4 Характеристика механічного обладнання агломераційного цеху

Таблиця 1.1 -Перелік та характеристика обладнання агломераційного цеху

| <i>Устаткування</i>     | <i>Кількість обладнання, шт</i> | <i>Призначення та працездатність обладнання</i>                                                                                                               | <i>Вид приводу</i> | <i>Необхідна потужність</i> | <i>Режим роботи</i>    | <i>Коефіцієнт технічного використання</i> |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------------|
| Агломераційна машина    | 6                               | Спікання дрібниць залізних руд з одночасним частковим очищенням їх від шкідливих домішок                                                                      | Електромеханічний  | 11 кВт                      | Безперервний           | 0,9                                       |
| Змішувальний барабан    | 6                               | Змішування та зволоження окремих компонентів агломераційної шихти (150 м <sup>3</sup> /год)                                                                   | Електромеханічний  | 47 кВт                      | Безперервний           | 0,9                                       |
| Охолоджувач             | 6                               | Охолодження повернення                                                                                                                                        | Електромеханічний  | 11 кВт                      | Безперервний           | 0,9                                       |
| Живильник               | 6                               | Дозування шихти, руди, вапняку, коксика, окалини, колошникового пилю, видача повернення; (0-80 м <sup>3</sup> /год)                                           |                    | 8 кВт                       | Безперервний           | 0,9                                       |
| Експаустер              | 6                               | Просмоктування повітря через шихту, що спікається, і видалення продуктів згоряння, що утворюються при спіканні шихти на агломашині, 3500 м <sup>3</sup> /год. | Електричний        | 1300 кВт                    | Безперервний           | 0,9                                       |
| Чотирихвалкова дробарка | 4                               | Подрібнення коксика крупністю 25 мм, 15 т/год.                                                                                                                | Електромеханічний  | 46 кВт                      | Повторно короткочасний | 0,85                                      |

Продовження таблиці 1 .

|                        |    |                                                              |                   |         |                        |      |
|------------------------|----|--------------------------------------------------------------|-------------------|---------|------------------------|------|
| Дробарка агломерату    | 4  | Дроблення великих шматків агломерату 80 м <sup>3</sup> /год. | Електромеханічний | 28кВт   | Безперервний           | 0,9  |
| Стрічкові транспортери | 14 | Транспортування шихтових матеріалів                          | Електромеханічний | 28 кВт  | Безперервний           | 0,9  |
| Електроталі            | 8  | Перенесення вантажу 5т                                       | Електромеханічний | 2,2 кВт | Повторно короткочасний | 0,8  |
| Грейфер                | 4  | Захоплення агломерату під час навантаження                   |                   |         | Повторно короткочасний | 0,85 |

### 1.5 "Вузькі місця" агломераційного цеху

На даному етапі розвитку агломераційного виробництва комбінату «Запоріжсталь» існують такі недоліки, як:

- заростання барабанних змішувачів окомкователів шихтою;
- незадовільна ремонтпридатність приводу барабана змішувача.

***Для усунення зазначених «вузьких місць» пропонується:***

- встановлення формувача горнісажу на барабанних змішувачах для запобігання заростанню шихтою;
- винесення приводу барабанного змішувача в зону роботи крана, а також модернізацію приводу з метою скорочення часу на його ремонт;
- установка зубчастих муфт для прискорення процесу збирання та монтажу приводу змішувального барабана.

## **2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА**

### **2.1 Технологія підготовки агломерату до спікання**

Одним із компонентів доменної плавки є агломерат.

Агломерацією називається термічний процес окускування матеріалів, що є залізовмісною частиною шихти шляхом їх спікання з метою надання форми і властивостей, необхідних для доменної плавки. Спосіб агломерації заснований на горінні палива в шарі матеріалу, що спікається при безперервному просмоктуванні через нього повітря.

Основними компонентами агломераційної шихти є: залізорудний концентрат; дрібна сіра залізна руда товщиною менше 10 мм; колошниковий пил; повернення (побічний продукт попередніх спікань).

Перед спіканням шихту змішують, зволожують і обкомковують у барабанах, що обертаються, в результаті чого з пилового матеріалу утворюються вологі грудочки розміром 0,5-5 мм, при цьому шар шихти стає газопроникним, що сприятливо позначається на процесі спікання.

Якість агломерату визначається його хімічним складом, міцністю та відновлюваністю. В даний час виробляють тільки офлюсований агломерат (тобто з добавками флюсу), завдяки чому процес розкладання флюсу переноситься з доменної печі на агломераційну машину, що дозволяє знизити витрату коксу в доменній печі.

### **2.2 Конструкція, принцип роботи та експлуатація основного технологічного обладнання агломераційної фабрики**

#### **2.2.1 Агломераційна машина безперервної дії**

Агломераційна машина безперервної дії є стрічкою з окремих візків з колосниками, вбудованими в каркас машини.

Агломераційні машини випускаються Уральським заводом важкого машинобудування. Площа спікання становить 50 і 75 м<sup>2</sup>.

Агломераційна машина призначена для спікання дрібниць залізних руд з одночасним частковим очищенням їх від шкідливих домішок (сірки, фосфату, цинку та ін.).

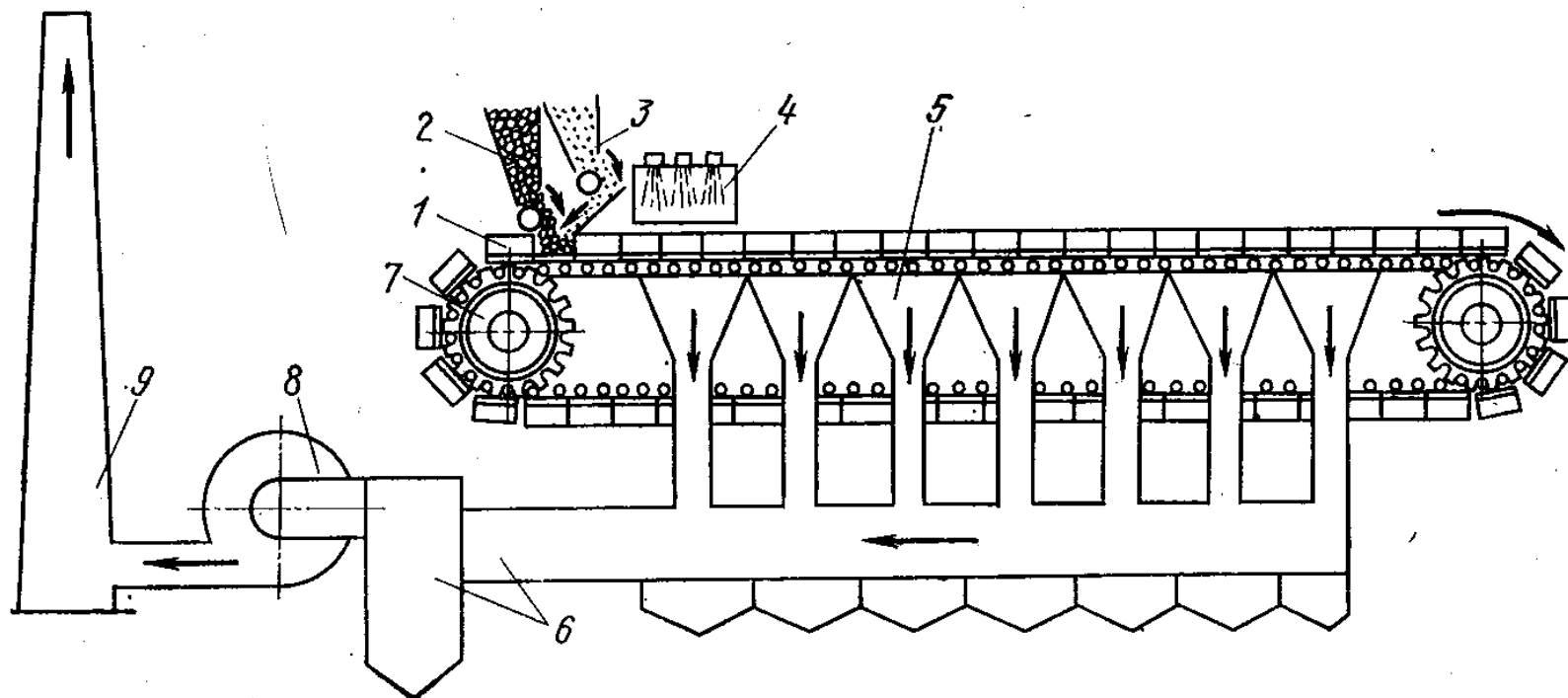
Руди з високим вмістом сірки (1-3%) перед спіканням піддаються дробленню до 6-0 або 8-0 мм. Подрібнення руди сприяє випалюванню сірки під час агломерації. При правильному веденні технологічного процесу в агломерат залишається дуже незначна кількість сірки (соті частки відсотка). Прямолінійні конвеєрні агломераційні машини є найбільш продуктивним обладнанням для окускування. Це пояснюється такими їх перевагами: повна механізація технологічного процесу, починаючи з завантаження шихти і закінчуючи розвантаженням готового продукту; пристосованість конструкції до роботи в автоматичному режимі; безперервність роботи; порівняно простий пристрій.

Прямолінійна конвеєрна машина представлена на малюнку 1.4 (принципова схема), вона складається з власне стрічкової прямолінійної агломераційної машини - аглоленти зі спальними візками (основи агломерату), завантажувального пристрою для займання твердого палива або сірки, що присутній у шихті; газовідведення з ущільнювачами, що відсікає пристрою для зняття агломерату, що пригорів до колосників, пристрої для очищення колосників від пригорілих частинок агломерату.

Основою агломераційної машини є укріплений на каркасі замкнутий рейковий шлях, верхня (робоча) гілка якого горизонтальна, нижня (холостий) - похила.

### ***2.2.2 Принцип роботи агломераційної машини***

Переміщення спікальних візків верхнім шляхом здійснюється від приводу, розташованого в головній частині машини. На початку верхнього шляху шихта завантажується на візки живильником змонтованим у головній частині агломашини, потім надходить під запальний горн. Тут верхній шар шихти, що складається з рівномірно розподілених дрібних шматків пального (коксіка),



1 – візок з колосниковими ґратами; 2 – постіль (підстилковий матеріал); 3 – основна шихта;  
 4 - горн; 5 – вакуум – камера; 6 – пиловловлювачі; 7 - приводні зірочки; 8 – ексгаустер; 9 – димова труба

Рисунок 1.4 – принципова схема агломераційної конвеєрної машини

спалахує. Одночасно із запалюванням шихти починається просмоктування повітря, оскільки під запальним горном знаходяться вакуум-камери. Робочою площею машини вважається та її частина, що знаходиться над вакуум-камерами. Де просмоктуються через шихту зверху вниз у вакуум-камери, з'єднані трубками із загальним колектором газопроводу, циклонами та ексгаустером.

Завдяки інтенсивному просмоктування повітря через шар, що спікається, підтримується горіння, що почалося під горном.

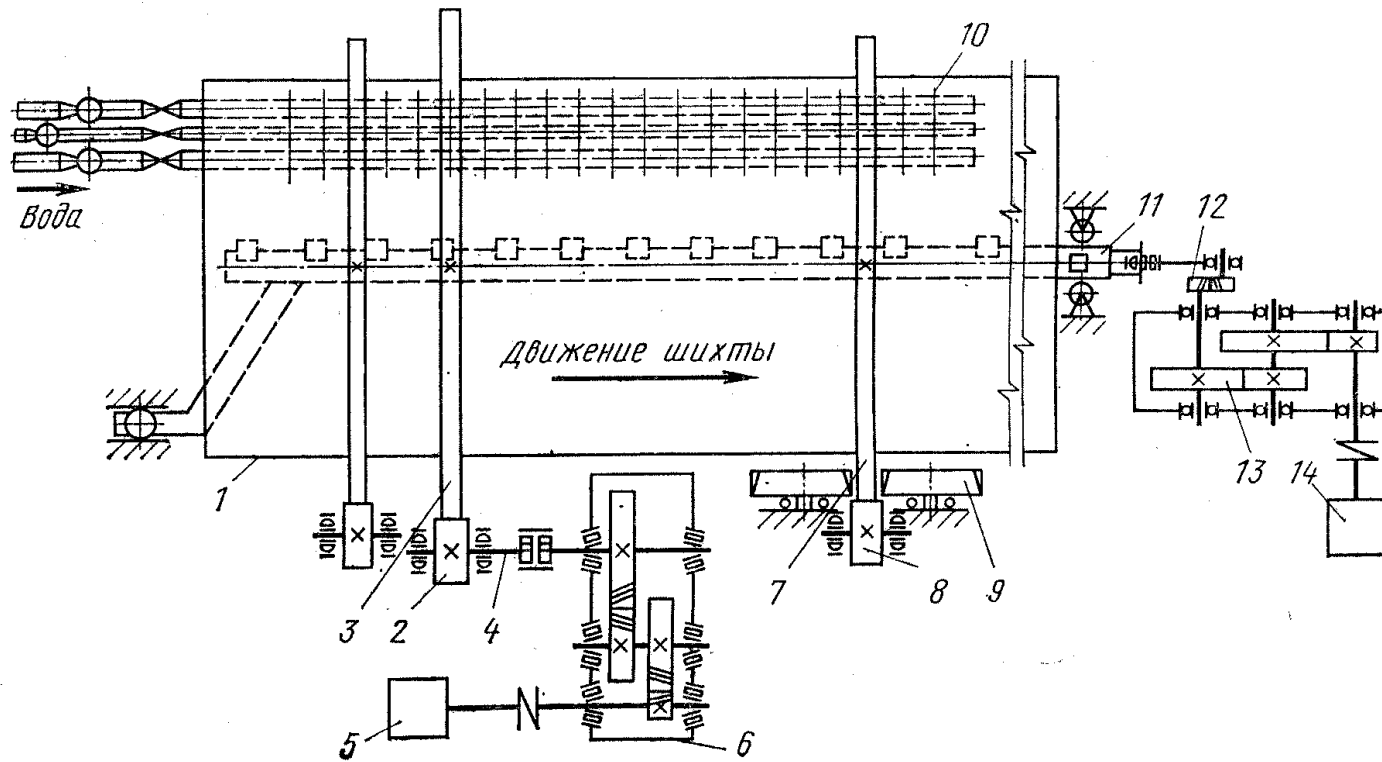
Зона горіння поступово опускається вниз і до кінця робочого ходу досягає колосникових грат. Завдяки високій температурі, що розвивається при горінні, окремі шматочки руди, що містять мінеральні частинки, оплавляються і спікаються в пористий пиріг агломерату.

При переході спікальних візків через розвантажувальну (хвостову) частину на нижній шлях агломерат під дією власної ваги потрапляє в жолоб, а візки повертаються по похилій колії назад до приводу, де захоплюються приводними зірочками і піднімаються знову на верхній горизонтальний шлях.

### **2.2.3 Барабанний змішувач**

Перемішування та окомкування компонентів агломераційної шихти здійснюють в агрегатах барабанного типу. На малюнку 1.5 представлена схема змішувача продуктивністю до 850 т/год.

Обертання барабану 1, встановленому під невеликим кутом до горизонту, передається через зубчастий вінець 3 від електродвигуна змінного струму 5 потужністю 75 кВт через циліндричний редуктор 6 і проміжний вал 4 з шестернею 2.



1 – барабан; 2 – шестерня проміжного валу; 3 – зубчастий вінець; 4 – проміжний вал;  
 5 – електродвигун; 6 – циліндричний редуктор; 7 – бандаж; 8 – опорний ролик; 9 – завзятий ролик; 10 – труба; 11 –  
 очисний пристрій; 12 – кривошипно-шатунний механізм; 13 – циліндричний редуктор; 14 – електродвигун

Рисунок 1.5 - Барабанний змішувач агломераційної шихти

Барабан бандажами 7 спирається на чотири опорні ролики 8 і утримується від зміщення в осьовому напрямку двома завзятими роликами 9, розташованими з двох сторін бандажу. Компоненти агломераційної шихти завантажуються в барабан з бункера і при обертанні барабана переміщуються при додаванні невеликої кількості води, яка подається всередину барабана 10 з трубами з форсунками. Матеріал, що переміщується, переміщається вздовж осі барабана і вивантажується з нього в розвантажувальну камеру.

Матеріал, що налип на внутрішню поверхню барабана, зрізається ножами очисного пристрою 11, що здійснює зворотно-поступальний рух від кривошипно-шатунного механізму 12, який з'єднаний з електродвигуном 14 змінного струму потужністю 4,5 кВт через циліндричний редуктор 13; тривалість перебування шихти в барабані 58-116 с.

#### **2.2.4 Охолоджувачі агломерату**

З агломераційної машини пиріг агломерату сходить із середньою температурою 500—600°C, а нижня його частина, що лежить на колосниках, із температурою близько 1200°C. За такої температури подальша обробка агломерату, його транспортування та завантаження в доменну піч пов'язана зі значними труднощами. Тому агломерат після дроблення охолоджують до температури нижче 100°C, що покращує умови роботи обладнання та обслуговуючого персоналу, що дозволяє транспортувати його на стрічкових конвеєрах.

Для охолодження агломерату застосовують прямолінійні, кільцеві та чашеві охолоджувачі. Охолодження здійснюють шляхом продування або просмоктування повітря через шар агломерату.

Прямолінійний охолоджувач (Рисунок 1.6) є пластинчастим конвеєром 1 з колосниковим полотном. Під розвантажувальним кінцем охолоджувача розташовані гуркити 2 для розсіву агломерату. Недоліком прямолінійних

охолоджувачів є наявність холостої гілки 3 і у зв'язку з цим низьке використання площі колосникового полотна для охолодження <50%.

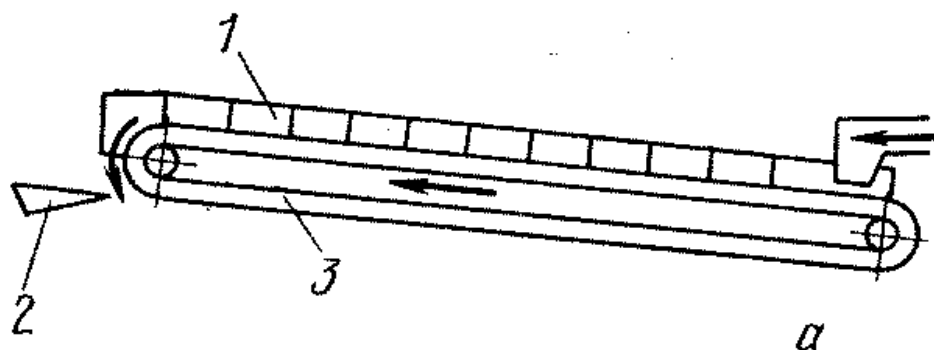
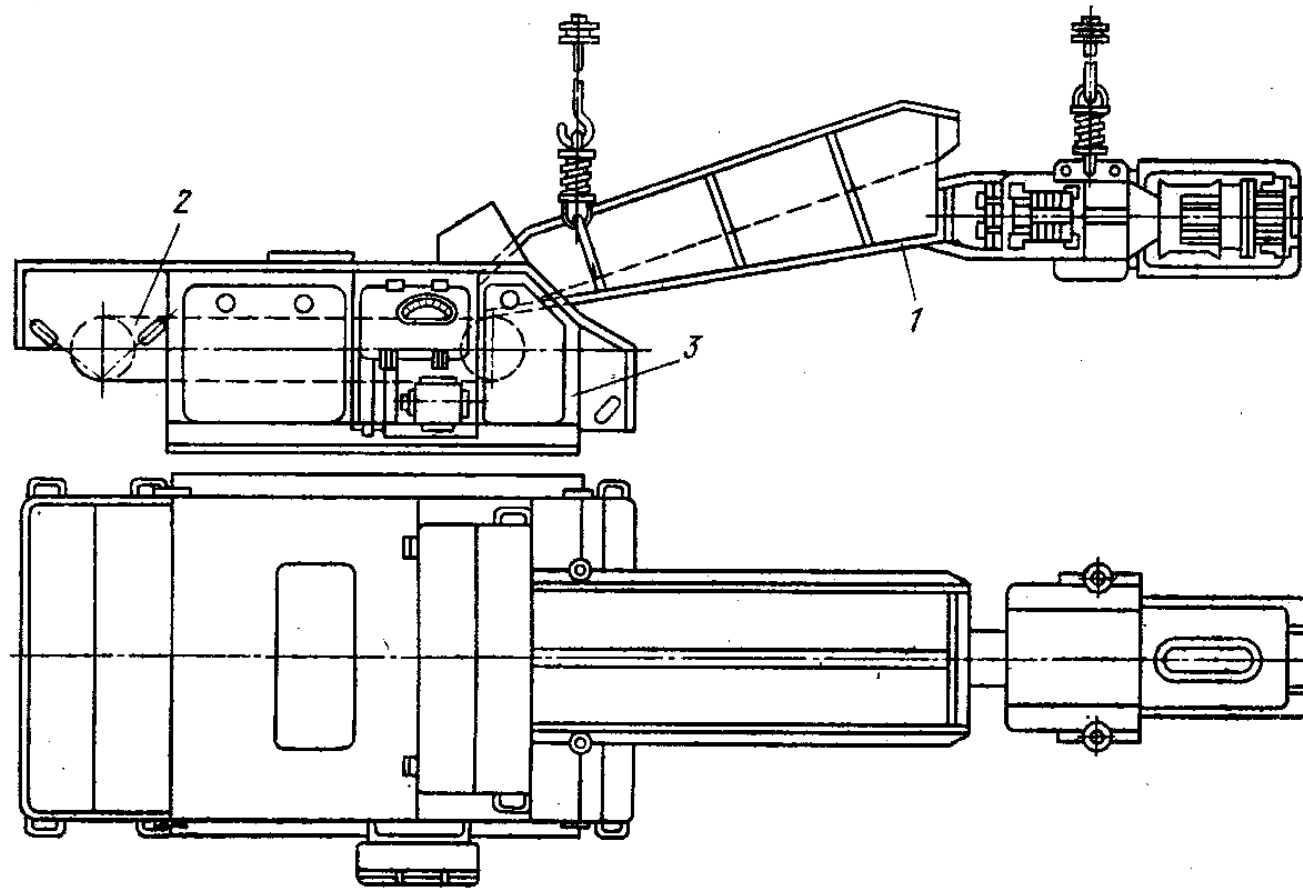


Рисунок 1.6 - Прямолінійний охолоджувач

### 2.2.5 Живильники

Для рівномірної видачі сипких матеріалів з бункерів на конвеєри або подачі безпосередньо в технологічні машини застосовують дискові, стрічкові, пластинчасті, гойдаються, лоткові та електровібраційні живильники. Для цієї ж мети і одночасного вагового дозування матеріалів використовують дозатори тих же типів (дозатори на відміну від живильників мають пристрій, що зважує).

Для безперервної видачі з бункерів різних сипких матеріалів із заданою масовою продуктивністю застосовують автоматичні дозатори безперервної дії (рисунок 1.7). Дозатор складається з електровібраційного живильника 1, підвішеного на амортизаторах до горловини бункера, і стрічкового конвеєра 2, встановленого на опорній металоконструкції 3. Безперервний масовий контроль матеріалу, що дозується, виробляють на конвеєрі, що представляє собою платформу для зважування, і важіль. Деформація пружини передається на індукційний датчик і далі в систему приладів для автоматичного регулювання дозатора на задану продуктивність. Продуктивність дозаторів цього досягає 200 т/ч.



1 - електровібраційний живильник; 2 – стрічковий конвеєр; 3 - опорна металоконструкція

Рисунок 1.7 - Автоматичний дозатор безперервної дії

Стрічковий живильник складається з рами та змонтованих на ній приводного барабана з електроприводом, натяжного барабана, роликоопор, нескінченної транспортерної стрічки, приймальної воронки з шиберам та пристрою для натягу стрічки. Продуктивність живильника регулюють зміною швидкості руху стрічки та положення шибера.

Робочим органом пластинчастих живильників, призначених в основному для крупнокускових абразивних матеріалів, є стрічка, складена з металевих полотен з бортами, що прикріплені до двох тягових ланцюгів. Ширина полотна складає. 800-2400мм, продуктивність – 1500 м<sup>3</sup>/год.

### **2.2.6 Обладнання для подрібнення матеріалу**

У підготовці шихти процеси дроблення та подрібнення займають основне місце. Це дуже енерго- та металомісткі процеси. На збагачувальних фабриках витрата енергії на дроблення та подрібнення становить до 50% загальної витрати енергії. Питомі витрати на ці процеси становлять 15—40 кВт-ч/т. Витрати на дроблення і подрібнення становлять 30—50% собівартості переділу, витрата футерувального металу становить 200 г/т, куль — 1,5 кг/т.

#### **Молоткові дробарки**

Ці дробарки (Рисунок 1.8) служать для дроблення вапняку, вугілля, бентоніту та інших матеріалів за рахунок ударів, а також розколювання і роздавлювання між молотками 3 і колосниковими гратами 9. Дробарки випускають з центральної (для великого дроблення) і бічної ( для дрібного дроблення) завантаженням матеріалу плитами. Молотки 3 на осях 4 закріплені шарнірно на дисках 2, які набрані на приводному валу 5. Привід валу здійснюється безпосередньо від двигуна. Молотки на суміжних дисках закріплені у шаховому порядку. Колосникові грати 9 шарнірно закріплені в корпусі на осях 10 (деякі дро білки мають стаціонарні колосникові грати). Дроблений продукт вивантажується через щілини в колосникових гратах. Для регулювання зазору між колосниковими гратами та молотками з метою

отримання необхідного ступеня дроблення матеріалу служить ексцентриковий механізм 7 (регулювання вручну). Для притискання колосникових ґрат до ексцентрика служать пружини 8. Ротор реверсивний - для кращого використання молотків (двостороннє), вони мають зносостійкі бойки, що знімаються. У нижній частині дробарки встановлений затвор 6, що відкривається при очищенні дробарки, а також у деяких випадках при випуску подрібненого матеріалу (робота на одній решітці при дробленні матеріалу малої міцності).

Технічна характеристика молоткової дробарки

Тип дробарки ..... ДМРІЕ-1,45Х1,3

Діаметр ротора, м ..... 1,45

Довжина ротора, м ..... 1,3

Число рядів молотків ..... 10

Потужність двигуна, кВт .... 630

Продуктивність, т/год .... 250

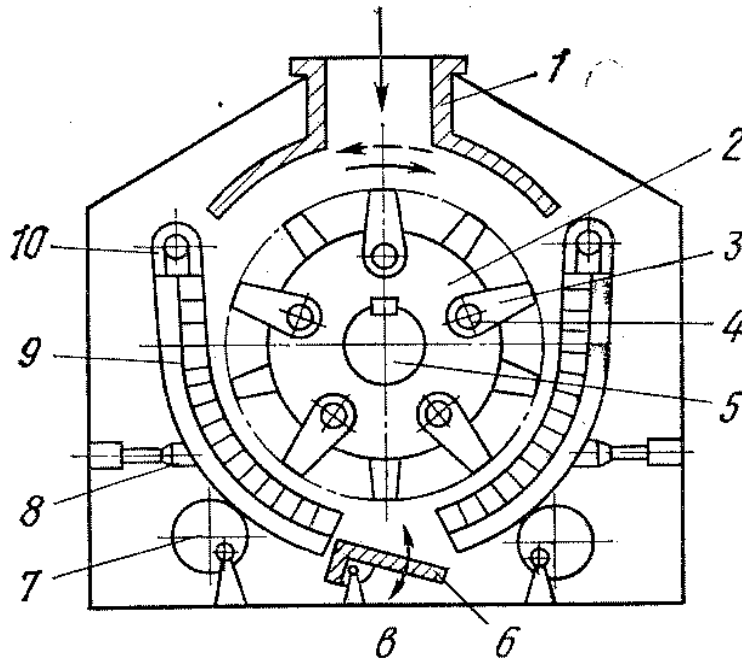


Рисунок 1.8 – Молоткова дробарка

### Валкові дробарки

Їх використовують на аглофабриках для дроблення палива за принципом роздавлювання та частково стирання між валками. Застосовують дво- та чотиривалкові дробарки. У разі верхня пара валків виробляє попереднє дроблення, а нижня, з меншим зазором між валками, остаточне.

У станині 1 (Рисунок 1.9) розташовані дві пари валків. Діагонально розташовані валки 2 обертаються від двигунів через редуктор. Від валків 2 обертання передається валкам 5 клиновими ременями 12, що огинають шківи 13 і 10, закріплені відповідно на валках 2 і 3. Необхідне натяг клинових ременів забезпечують натяжні ролики 11.

Цапфи осей валків 3 розташовані в повзунах 4, які можуть переміщатися в напрямних станини 5. При попаданні важких матеріалів або металу валок 5 разом з повзуном 4, з'єднаним з траверсою 9, відходить від нерухомого валка 2, стискає пружини 8 (по три в кожному ряду), а потім повертається у вихідне положення.

За допомогою приєднаної до повзуна тяги-гвинта 6 і гайки 7 проводиться регулювання зазору між валками.

Недоліком дробарок є швидке зношування бандажів валків і підшипників (ковзання).

### Технічна характеристика чотиривалкової дробарки твердого палива

Діаметр валків, мм ..... 900

Довжина валків, мм ..... 700

Частота обертання валків, об/хв:

верхніх ..... 116

нижніх ..... 179

Потужність двигунів приводу валків, кВт:

верхніх ..... 14/20

нижніх ..... 40

Продуктивність, т/год ..... 16

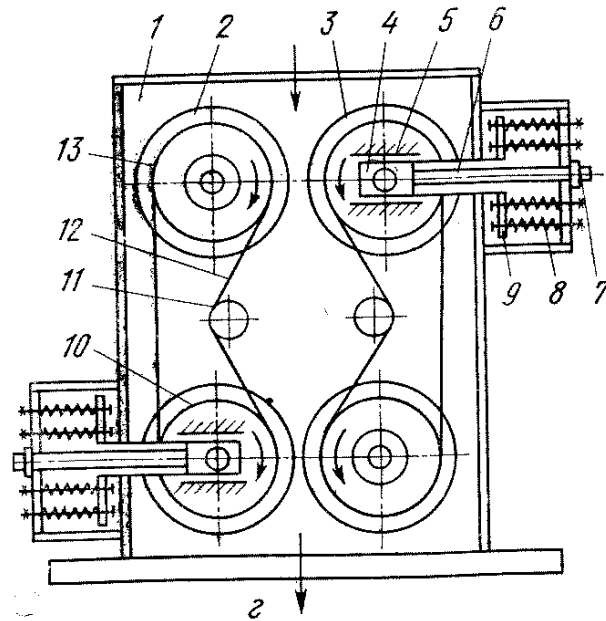
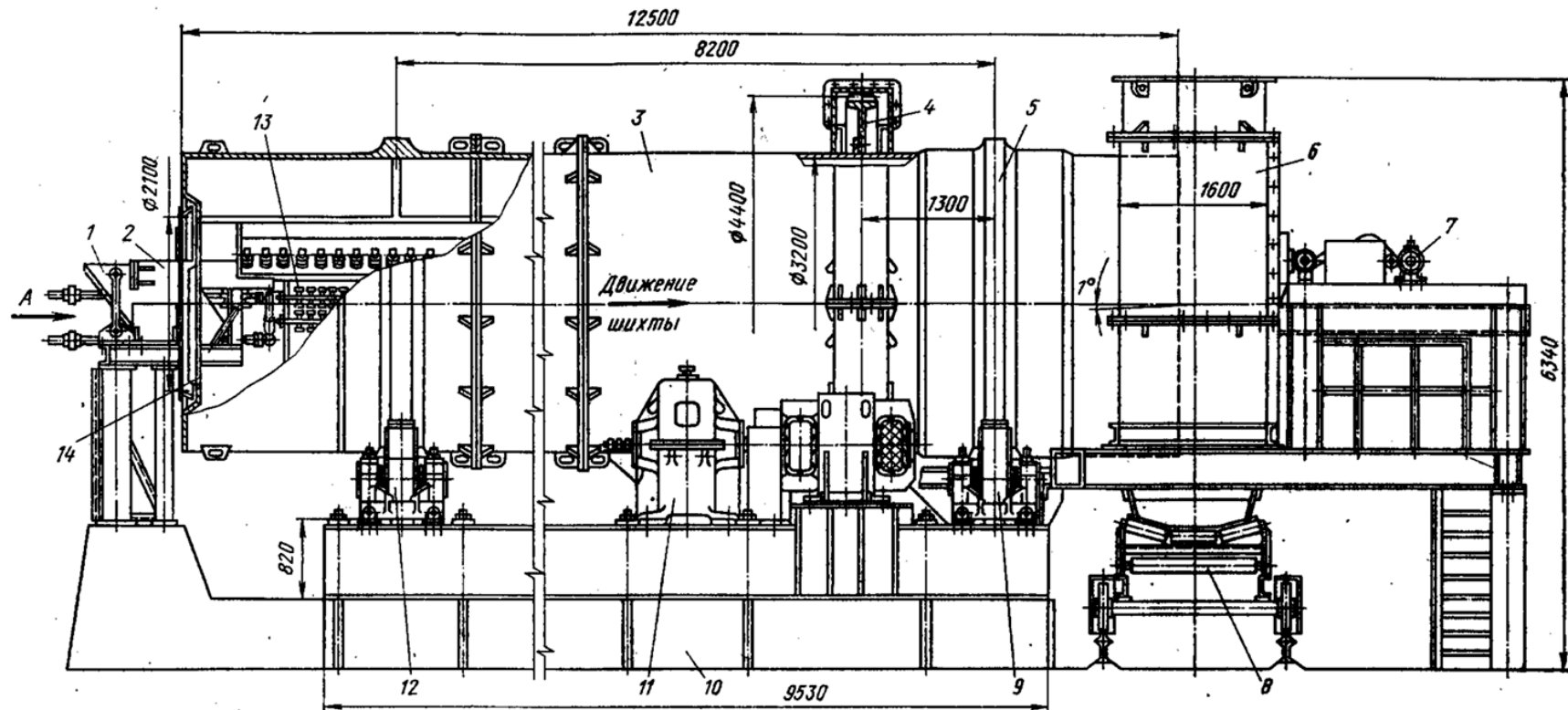


Рисунок 1.9 – Валкова дробарка

### 2.3 Режими роботи змішувального барабана безперервної дії

Перемішування та окомкування компонентів агломераційної шихти здійснюють в агрегатах барабанного типу. На малюнку 2.1 представлено схему змішувального барабана.



1 — опора балки очисного пристрою, що коливається; 2 - балка очисного пристрою; 3 - барабан; 4 - зубчастий вінець; 5 - бандаж; 6 - розвантажувальна камера; 7 - привід очисного пристрою; 8 - прибиральний конвеєр; 9 - вузол опорних роликів; 10 - рама; 11 - привід барабана; 12 - вузол опорних роликів; 13 - пристрій для зволоження шихти; 14 - завантажувальний отвір

Рисунок 2.1 - Барабанний змішувач агломераційної шихти:

У барабанних змішувачах-окомкователях розрізняють три режими руху шихтових матеріалів: перекату, водоспадний і циклічний.

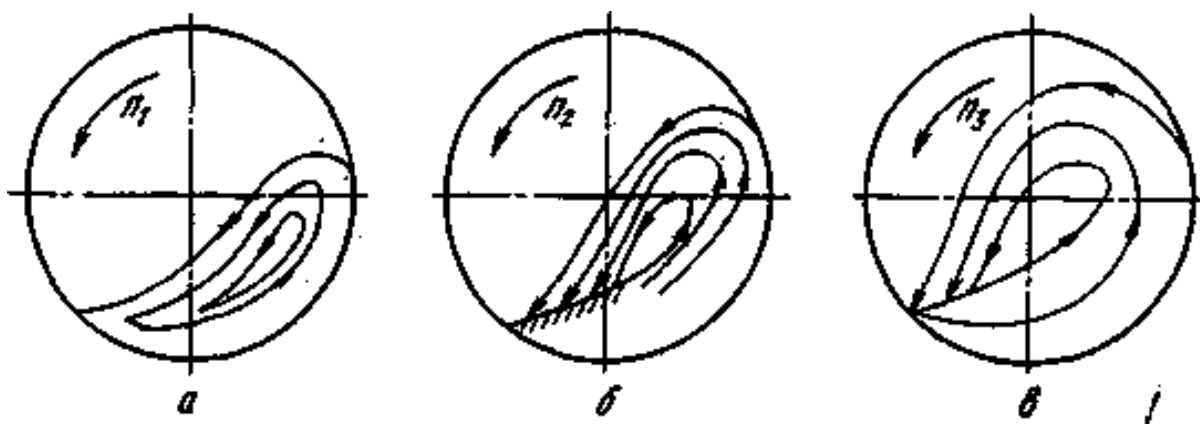


Рисунок 2.2 - Схеми (режими) руху частинок шихти в барабанних змішувачах-окомкователях

Режим перекату (рис. 2.2 а) виникає при окружній швидкості на внутрішній поверхні барабана 0,5-1,2 м / с. При обертанні барабана матеріал піднімається на певну висоту за рахунок тертя його стінки і, по перевищенню кута динамічного укосу, скочується по шару вниз. За рахунок нахилу барабана у бік розвантаження матеріал одночасно просувається вздовж осі. Такий режим є основним при отриманні обкомкованої шихти та котунів. Відмінність у тому, що окомкователи агломашины заповнюються матеріалом на 8—12 % площі поперечного перерізу барабана при куті нахилу поздовжньої осі 2,5—4°, а котуни утворюються при заповненні 3 % і кута нахилу осі барабана 8—9 °.

Водоспадний режим (рис.2.2 б) виникає при окружній швидкості барабана 1,2-2 м / с. При таких швидкостях матеріал за рахунок сил інерції та тертя піднімається на велику в порівнянні з режимом перекату висоту і падає на нижні шари. У цьому випадку забезпечується більш інтенсивне перетин траєкторій руху окремих частинок матеріалів і, як наслідок, більша ефективність їх перемішування.

Оптимальне перемішування в гладкому барабані відбувається при установці його осі під кутом  $1,5 - 2,5^\circ$  до горизонту і ступеня заповнення його поперечного перерізу 12 - 18%.

Циклічний режим (рис. 2.2, в) виникає при досить великій окружній швидкості барабана, при якій траєкторії окремих шарів матеріалу перетворюються на замкнуті та пересипання не відбувається.

## **2.4 Пропозиція щодо модернізації**

Як було описано у п. 1.5.3: обертання барабану передається через зубчастий вінець від електродвигуна змінного струму через муфту на циліндричний редуктор та проміжний вал. з шестірнею . Саме це зв'язування агрегатів: електродвигун, муфта, циліндричний редуктор є слабким місцем у приводі змішувального барабана. Це наступним.

У існуючому приводі встановлені муфти з пружними елементами, які через великі навантаження недовговічні в експлуатації та вимагають частої заміни пружного елемента.

Модернізований привід містить муфти зубчасті за ГОСТ 5006-55, здатні передавати значні моменти, що крутять, і допускають, крім того, перекис з'єднання валів до  $0^\circ 30'$ , що полегшує монтаж приводу.

З вищесказаного можна дійти невтішного висновку, що вибрані муфти здатні передати необхідні навантаження при заданих числах оборотів, надійні і довговічні в експлуатації, а конструкція їх значно спрощує і полегшує монтаж і ремонтпридатність приводу.

## 2.5 Розрахунок приводу барабанного змішувача

### 2.5.1 Визначення крутного моменту на барабані

Вихідними даними є:

$R_1 = 1265$  мм – зовнішній радіус барабана;

$R_2 = 1250$  мм – внутрішній радіус барабана;

$\delta = 15$  мм – товщина стінок барабана;

$L = 7500$  мм - Довжина барабана.

Визначимо силу ваги бочки барабана:

$$P_{\text{Боч}} = (4 \cdot R_1^2 - 4 \cdot R_2^2) \cdot L \cdot \gamma, \quad (2.1)$$

де  $\gamma = 78,5$  кН/м<sup>3</sup> - питома вага сталі.

$$P_{\text{Боч}} = (4 \cdot 1,265^2 - 4 \cdot 1,25^2) \cdot 750 \cdot 78,5 = 69,8 \text{ кН}$$

Вага елементів металоконструкцій, що належать барабану, становить 30% ваги бочки і дорівнює  $P_{\text{ел}} = 20,3$  кН.

Маса шихти, що завантажується в барабан (за даними технологічної служби цеху) становить 10% об'єму барабана:

$$P_{\text{ш}} = V_{\text{ш}} \cdot \gamma_{\text{ш}}, \quad (2.2)$$

Об'єм барабана:

$$V_{\text{БАР}} = \pi \cdot R_2^2 \cdot L = 3,14 \cdot 1,25^2 \cdot 7,5 = 36,8 \text{ м}^3$$

10% від обсягу становить 3,68 м<sup>3</sup>.

Питома вага шихти становить  $\gamma_{ш}=18-20 \text{ кН/м}^3$ .

Тоді вага шихти в барабані:

$$P_{ш} = 3,68 \cdot 19 = 69,9 \text{ кН}$$

Загальна вага барабана та шихти складе:

$$P_{БАР} = P_{БОЧ} + P_{ЭЛ} + P_{ш}, \quad (2.3)$$

Підставивши отримані значення, отримаємо:

$$P_{БАР} = 69,8 + 20,3 + 69,9 = 160 \text{ кН}$$

Для спрощення розрахунків приймемо припущення, що при обертанні барабана шихта розподіляється рівномірно за внутрішнім діаметром бочки.

Використовуючи теорему про кінетичну енергію системи, запишемо рівняння [1, с.430]:

$$T - T_0 = \sum A, \quad (2.4)$$

де  $T$  - Кінетична енергія в конус повороту;

$T_0$  - Кінетична енергія в початковий момент.

Зміна кінетичної енергії системи відбувається за рахунок прикладеного до системи крутного моменту, робота якого дорівнює  $A$ :

$$A = M_{KP} \cdot \varphi, \quad (2.5)$$

де  $\varphi$  - Кут повороту системи при досягненні номінальних оборотів (радіан) .

Кінетична енергія в конус повороту дорівнює:

$$T = \frac{I \cdot \omega^2}{2}, \quad (2.6)$$

де  $I$  – момент інерції системи;

$\omega$  – кутова швидкість системи.

Так як у початковий момент часу система була нерухомою, то справедливий вираз-рівність, в цей момент її кінетична енергія дорівнює нулю:

$$T = \frac{I \cdot \omega_0^2}{2} = 0$$

Тоді вставивши вирази 2.5 та 2.6 у 2.4, отримаємо:

Вираз для крутного моменту:

$$\begin{aligned} \frac{I \cdot \omega^2}{2} &= M_{KP} \cdot \varphi, \\ M_{KP} &= \frac{I \cdot \omega^2}{2 \cdot \varphi}, \end{aligned} \quad (2.7)$$

Момент інерції  $I$  знайдемо з формули для порожнистого циліндра [1, с.427]:

$$I = \frac{m \cdot (R_1^2 + R_2^2)}{2}, \quad (2.8)$$

де  $m$  - Маса барабана, розподілена по обіду.

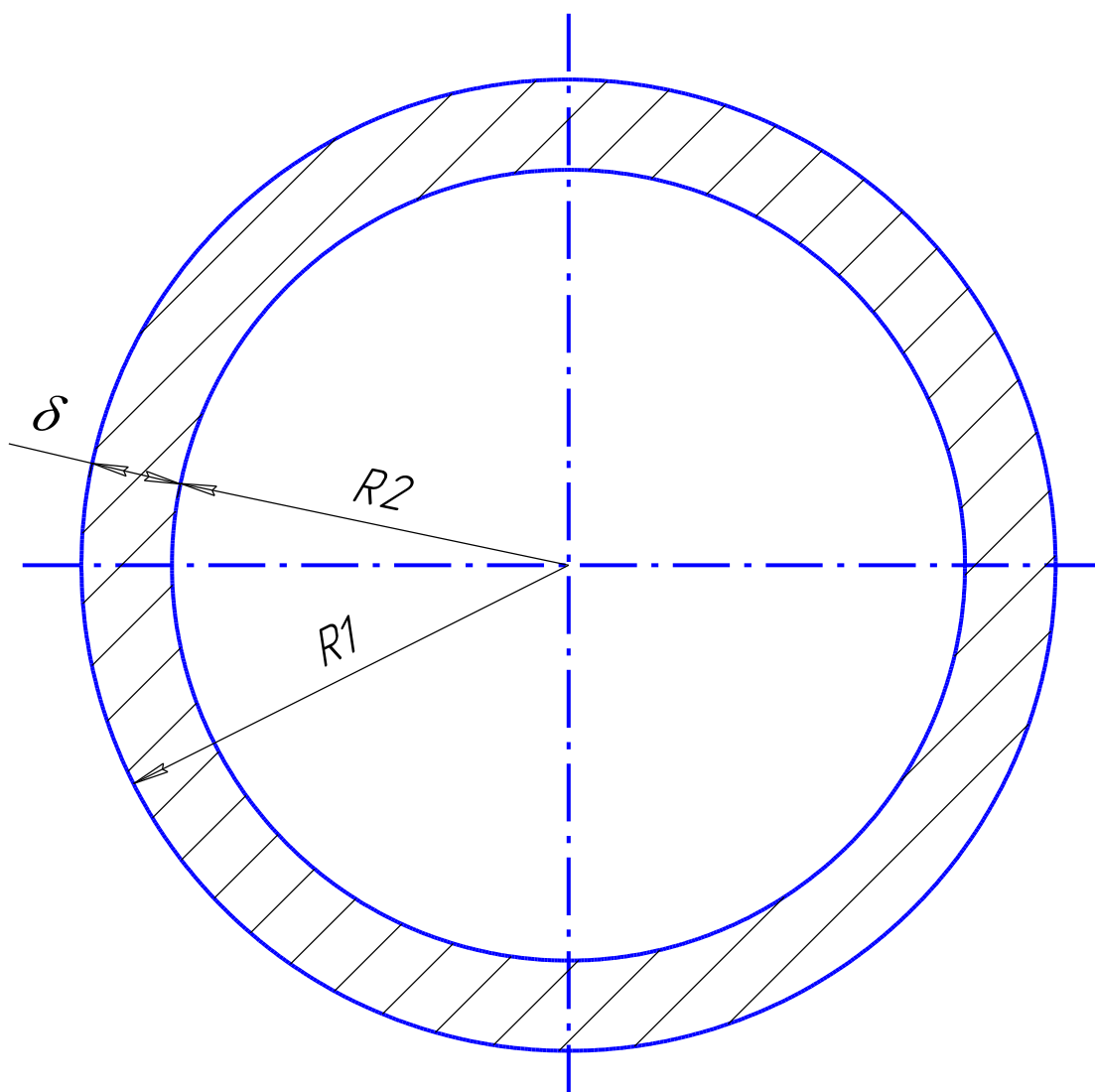


Рисунок 2.3 – Схема визначення крутного моменту на барабані

Тоді, вираз 2.8 набуде вигляду :

$$I = \frac{P_{БАР} \cdot (R_1^2 + R_2^2)}{2 \cdot g}, \quad (2.9)$$

Підставивши чисельні значення, отримаємо:

$$I = \frac{160 \cdot (1,265^2 + 1,25^2)}{2 \cdot 9,81} = 25,8 \text{ кН} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$$

Кутову швидкість системи визначимо з виразу:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{БАР}}{30}, \quad (2.10)$$

де  $n_{бар} = 8,48 \text{ хв}^{-1}$  – число обертів барабана (дані з технічної характеристики машини).

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 8,48}{30} = 0,31\pi \text{ рад} / \text{с}$$

Підставивши отримані значення вираз 2.7, отримаємо значення крутного моменту на барабані:

$$M_{кр.БАР} = \frac{25,8 \cdot (0,31 \cdot \pi)^2}{2 \cdot 0,05 \cdot \pi} = 77,9 \text{ кНм}$$

### 2.5.2 Розрахунок приводу барабана

Передатне число приводу барабана можна визначити з виразу:

$$i_B = \frac{D}{d}, \quad (2.11)$$

де  $D = 3360$  мм - дільний діаметр зубчастого колеса барабана;

$d = 648$  мм – дільний діаметр зубчастої шестерні приводного валу.

$$i_B = \frac{3360}{648} = 5,185$$

$Z_K = 140$  – число зубів колеса;

$Z_{ш} = 27$  - Число зубів шестерні.

У вузлі приводу встановлений горизонтальний циліндричний двоступінчастий редуктор ЦДН-630-22,4-21 з передатним числом  $i_p = 22,4$ .

Загальне передатне число приводу дорівнює:

$$i = i_B \cdot i_p = 5,185 \cdot 22,4 = 116,144$$

Визначимо крутний момент на приводному валу:

$$M_{пр.в.} = \frac{M_{кр.бар}}{i_B \cdot \eta}, \quad (2.12)$$

де  $\eta = 0,95$  - ККД зубчастої пари.

Тоді:

$$M_{\text{пр.в.}} = \frac{77,9}{5,185 \cdot 0,95} = 15,8 \text{ кНм}$$

Число оборотів приводного валу дорівнює:

$$n_{\text{пр.в.}} = n_{\text{БАР}} \cdot i_{\text{Б}} = 8,48 \cdot 5,185 = 42,25 \text{ хв}^{-1}.$$

Число оборотів тихохідного валу редуктора дорівнює числу оборотів приводного валу  $n_{\text{т.}} = n_{\text{пр.в.}} = 42,25 \text{ мин}^{-1}$ .

Число оборотів швидкохідного валу редуктора, а значить і електродвигуна:

$$n_{\text{дв}} = n_{\text{Б}} = n_{\text{т.}} \cdot i_{\text{Р}} = 42,25 \cdot 22,4 = 946,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Момент на тихохідному валу редуктора:

$$M_{\text{т.}} = M_{\text{пр.в.}} = 15,8 \text{ кНм}$$

Момент на швидкохідному валу редуктора:

$$M_{\text{Б}} = \frac{M_{\text{т.}}}{i_{\text{Р}} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (2.13)$$

де  $\eta_1 = 0,97$ ;  $\eta_2 = 0,96$  – ККД зубчастих зачеплень кожного з щаблів редуктора.

$$M_{\text{Б}} = \frac{15,8}{22,4 \cdot 0,97 \cdot 0,96} = 0,75 \text{ кНм}$$

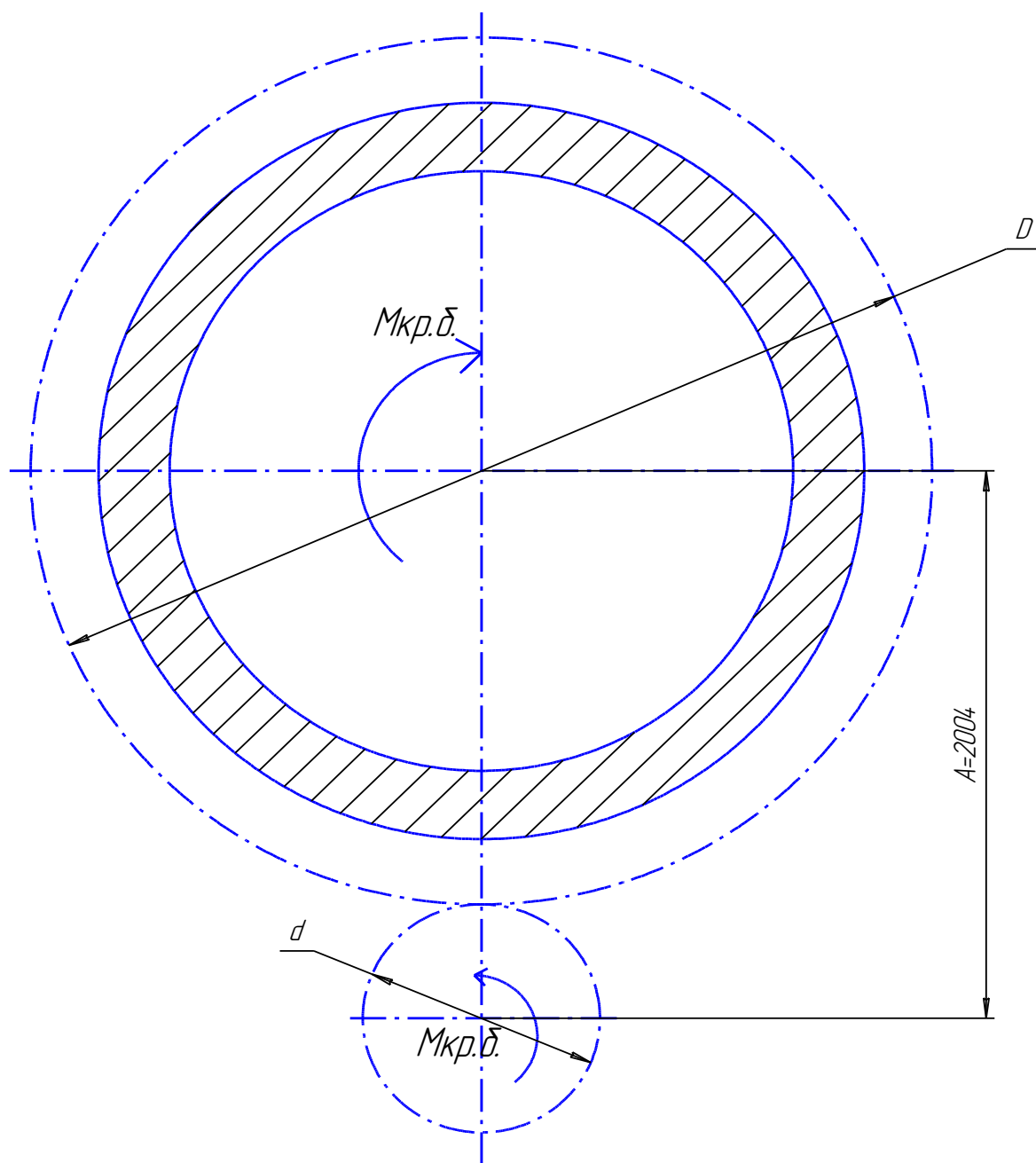


Рисунок 2.4 – Схема визначення потужності приводу барабана

Потрібний момент на валу електродвигуна :

$$M_{дв} = M_B = 0,75 \text{ кНм}$$

Тоді потрібна потужність електродвигуна буде:

$$P = \frac{M_{дв} \cdot n_{дв}}{975} = \frac{0,75 \cdot 946,4}{975} = 73,5 \text{ кВт}, \quad (2.14)$$

З розрахункових даних вибираємо електродвигун АО-94-6 з характеристиками:  $n_{дв} = 985 \text{ хв}^{-1}$ ;  $P_{дв} = 75 \text{ кВт}$ . За каталогом вибираємо редуктор ЦДН-630-22,4-21 при числі обертів швидкохідного валу  $n_6 = 1000 \text{ об/хв.}$  та реверсивному навантаженні може передати потужність 180 кВт.

З цих розрахунків можна зробити висновок, що за технічними характеристиками вибрані електродвигун і редуктор задовольняють умови роботи агрегату.

### **3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА**

#### **3.1 Технологія складання та монтажу металургійного обладнання**

Надійність машин залежить від якості конструкторських, технологічних та складальних робіт. Похибки у розмірах, конфігурації, взаємному розташуванні деталей можуть призвести до неприпустимого зростання сил та аварійних відмов. Для металургійного устаткування такі похибки часто виявляються під час збирання, під яким розуміють сукупність операцій зі з'єднання деталей у виріб.

Технологія збирання залежить від характеру виробництва. У масовому виробництві машини збирають із взаємозамінних деталей на конвеєрах, у серійному на кількох робочих місцях з деталей, що вимагають незначного підгонки, а в індивідуальному на тимчасових фундаментах.

Монтаж - це комплекс робіт, пов'язаних з остаточною збіркою, налагодженням і пуском машин в експлуатацію. монтажу обладнання сприяють два основні фактори: а) організація такої взаємодії суміжних організацій, при якому монтаж починається у можливо ранні терміни;

Необхідність якнайшвидшого переозброєння металургійної промисловості сприяла вдосконаленню та розвитку організації та розвитку монтажу, технічного обслуговування та ремонту металургійного обладнання. Технічний прогрес у галузі монтажу агрегатів та обладнання характеризується значним підвищенням рівня індустріалізації та механізації монтажних робіт, застосування великоблочного монтажу, підвищенням точності монтажу завдяки застосуванню лазерної техніки, нових методів встановлення та закріплення обладнання на фундаментах, прогресивних методів збирання та інших найбільш сучасних та високопродуктивних монтажних робіт.

Науково-технічна революція у металургії значно підвищила вимоги до надійності агрегатів та обладнання. Висока експлуатаційна надійність обладнання досягається завдяки застосуванню найсучасніших методів технічного обслуговування та ремонту: централізація ремонтів та ремонтних сил; вдосконалення організації, планування, виробництва та забезпечення

запасними частинами; застосування методів підвищення довговічності деталей; індустріальних методів ремонту - великовузлового та агрегатного; вдосконалення системи мастила.

Технічний прогрес у чорній металургії забезпечується шляхом подальшої концентрації виробництва, збільшення одиничної потужності агрегатів, інтенсифікації технологічних процесів, впровадження нових процесів та обладнання, механізації та автоматизації виробництва.

Одним із важливих елементів при розрахунках металургійного обладнання є розрахунки фундаментів для встановлення обладнання.

## 3.2 Фундаменти під обладнання

Фундаменти призначені для передачі зусиль на ґрунт та зменшення вібрації машин під час експлуатації. Їх виконують з бетону у вигляді блоків, розділених деформаційними швами різного призначення (осадові, усадкові та ін.). Вихідними показниками для проектування фундаментів є параметри та габаритні розміри основ машин, схема навантаження фундаменту, дані про геологію, гідрогеологію та фізико-механічні властивості ґрунту, схеми прив'язки фундаменту до будівлі, розташування заставних частин, прямиків та каналів.

### 3.2.1 Розрахунок фундаменту для встановлення приводу барабана змішувача

Визначимо вагу фундаменту:

$$m_{\phi} = V_{\text{ср.}} \cdot \gamma, \quad (3.1)$$

де  $V_{\text{ср.}}$  - обсяг фундаменту, який приймається з розрахунку 3... 5 м<sup>3</sup> бетону на 1 т ваги устаткування, що встановлюється;

$\gamma = 2100 \text{ кг} / \text{м}^3$  - щільність бетону;

тоді:

$$V_{cp} = 3 \cdot m_{OB}, \quad (3.2)$$

де  $m_{PRO} = 4850$  кг – маса редуктора з рамою та електродвигуном;

$$V_{cp} = 3 \cdot 4,85 = 14,85 \text{ м}^3,$$

Підставивши значення вираз 3.1, отримаємо

$$m_{\phi} = 14,85 \cdot 2100 = 31185 \text{ кг} = 31,185 \text{ т},$$

Визначимо розміри фундаменту:

Визначимо розміри фундаменту:

$$a' = a + 2n_1, \quad (3.3)$$

$$a'' = a' + 2n_2, \quad (3.4)$$

$$b' = b + 2n_1, \quad (3.5)$$

$$b'' = b' + 2n_2, \quad (3.6)$$

де  $a = 2500$  мм;  $b = 4000$  мм – габарити приводу;

Для виконання розрахунків приймаємо збільшення ширини фундаменту на бік фундаменту  $n_1 = 100$  мм; підшви  $n_2 = 200$  мм.

Підставивши значення, отримаємо:

$$a' = 2500 + 2 \cdot 100 = 2700 \text{ мм},$$

$$a'' = 2700 + 2 \cdot 200 = 3100 \text{ мм},$$

$$b' = 4000 + 2 \cdot 100 = 4200 \text{ мм},$$

$$b'' = 4200 + 2 \cdot 200 = 4600 \text{ мм}.$$

Визначимо тиск на ґрунт, що створюється обладнанням

$$\rho = \frac{m_{OB} + m_{\phi}}{a'' \cdot b''} + \frac{M_{KP}}{W} \leq [\rho], \quad (3.7)$$

де  $m_{iA} = 4850$  кг - маса приводу з рамою;

$m_{\phi} = 31185$  кг - маса фундаменту за середнім значенням обсягу;

$a'', b'' = 530, 680$  см - розміри фундаменту, відповідно;

$M_{кр} = 15,8$  кН м = 161060 кг см - максимальний крутний момент на вихідному валу редуктора;

$W$  – момент опору фундаменту, приймаю рівним

$$W = \frac{(a'')^2 \cdot b''}{6} = \frac{310^2 \cdot 460}{6} = 12887666 \text{ см}^3$$

$[\rho] = 2$  кг/см<sup>2</sup> - допустимий тиск на ґрунт для Запорізької області

Підставивши значення вираз 3.7, отримаємо:

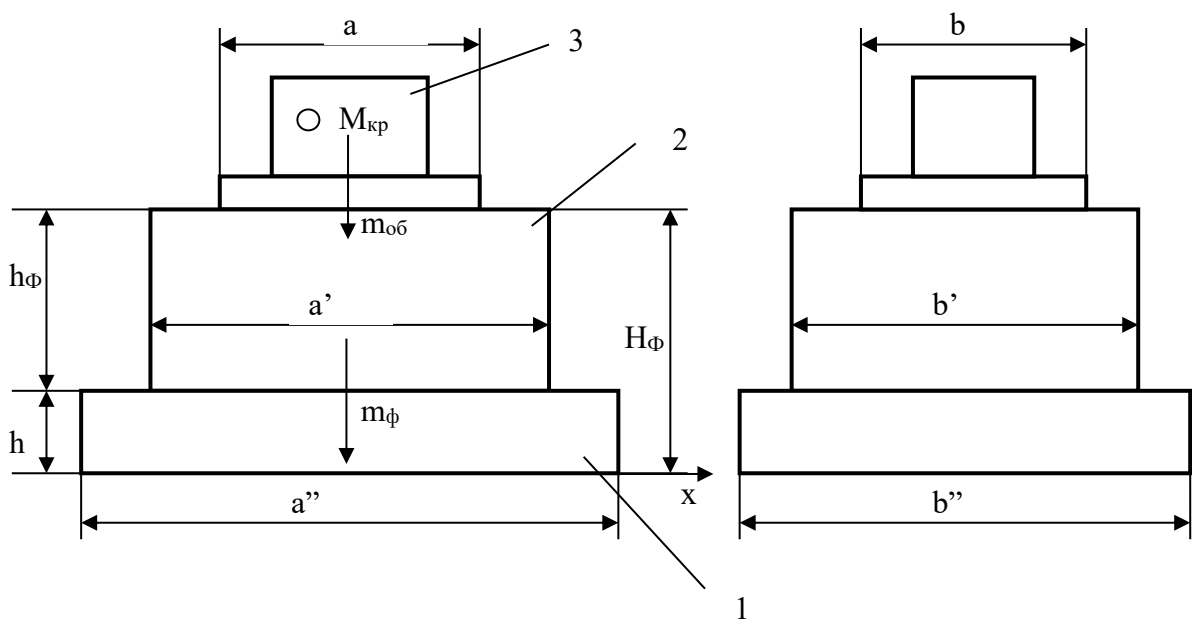
$$\rho = \frac{4850 + 31185}{310 \cdot 460} + \frac{161060}{12887666} = 0,2 \text{ кг/см}^2 < [\rho] = 2 \text{ кг/см}^2,$$

Товщина фундаменту:

$$V_{\phi} = a'' \cdot b'' \cdot H_{\phi} \cdot \frac{1}{5} + a' \cdot b' \cdot H_{\phi} \cdot \frac{4}{5}, \quad (3.8)$$

де  $a', a'', b', b''$  – габарити фундаменту, м

$$V_{\phi} = 4,1 \cdot 4,6 \cdot H_{\phi} \cdot \frac{1}{5} + 2,7 \cdot 4,2 \cdot H_{\phi} \cdot \frac{4}{5} = 12,844 H_{\phi}$$



1 – підшва фундаменту; 2 – власне фундамент; 3 – обладнання

Рисунок 3.1 – Схема фундаменту

Підставивши значення об'єму бетону, отримаємо висоту фундаменту

$$H_{\phi} = \frac{14,85}{12,844} = 1,156 \text{ м.}$$

Товщина підшви фундаменту:

$$h_n = 1/5 \cdot H_{\phi}, \quad (3.9)$$

$$h_n = \frac{1,156}{5} = 0,23 \text{ м.}$$

Товщина власне фундаменту:

$$h_{\phi} = H_{\phi} - h_n, \quad (3.10)$$

$$h_{\phi} = 1,156 - 0,23 = 0,926 \text{ м.}$$

Виходячи з цього розрахунку, можна зробити висновок, що для фундаменту потрібно 4,44 м<sup>3</sup> бетону марки Б-50 і 10,41 м<sup>3</sup> бетону марки Б-200.

### 3.2.2 Розрахунок анкерних болтів для закріплення редуктора до фундаменту

Розрахуємо анкерні болти під редуктор у разі максимального навантаження на тихохідний вал моментом, що крутить.

Анкерні болти вибираються з умови:

$$K_y = \frac{M_{\text{ВОСТ}}}{M_{\text{ОПР}}} \geq 1,4$$

тоді

$$M_{\text{ВОСТ}} = 1,4 \cdot M_{\text{ОПР}}$$

де  $K_y$  - коефіцієнт стійкості;

$M_{\text{опр}}$  - перекидальний момент,

Складемо рівняння реакції щодо:

$$\begin{aligned}\Sigma M_A &= 0 \\ 1,4(Q_B \cdot n_P \cdot (a+b) + G_P \cdot c) - M_{KP} &= 0 \\ 1,4 \cdot Q_B \cdot n_P \cdot (a+b) + 1,4 \cdot G_P \cdot c &= M_{KP} \\ Q_B &= \frac{M_{KP} - 1,4 \cdot G_P \cdot c}{1,4 \cdot n_P \cdot (a+b)}\end{aligned}\quad (3.11)$$

де  $a = 660$  мм;  $b = 1440$  мм;  $z = 940$  мм

$G_P$  - вага редуктора;  $G_P = m_P \cdot g = 3330 \cdot 9,81 = 32670$  Н

$n_{\text{ряд}} = 2$  - число анкерних болтів з одного боку редуктора.

Підставивши значення вираз 3.11, отримаємо

$$Q_B = \frac{15800 - 1,4 \cdot 32670 \cdot 0,94}{1,4 \cdot 2 \cdot (0,66 + 1,44)} = -4625 \text{ Н}$$

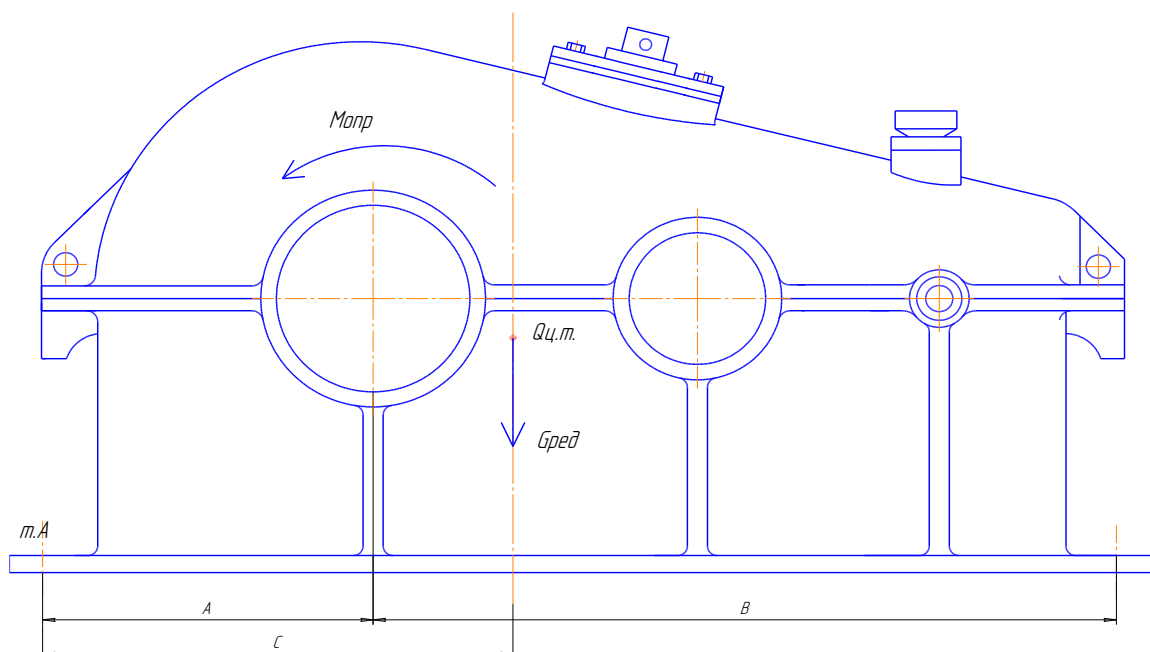


Рисунок 3.2 – Схема обладнання до визначення перекидаючого та відновлюючого моментів

З розрахунку видно, що значення  $Q$  отримано з негативним значенням, це означає, що обладнання може бути встановлено без закріплення (перекидний момент менше, ніж відновлює). Однак з міркувань надійності закріплюємо обладнання пропорційними габаритами обладнання анкерними болтами. Приймаємо для закріплення анкерний болт М36, кількість рядів 2, кількість болтів у ряді 2.

Тому перерахуємо зусилля затягування:

$$Q_B = \frac{\pi \cdot d_l^2 \cdot [\sigma]}{4} = \frac{3,14 \cdot 31,093^2 \cdot 120}{4} = 91070 \text{ Н} \approx 91 \text{ кН}$$

Розрахуємо площу підкладки  $A$  з умови:

$$\sigma = \frac{\sum P}{A \cdot k} \leq [\sigma_B], \text{ звідки } A = \frac{\sum P}{[\sigma_B] \cdot k}$$

де  $\sum P$  – сила, що діє на підкладку

$$\sum P = \frac{G_{OB}}{N_P \cdot n_P} + Q_B + \frac{2 \cdot M_{OPR}}{a \cdot n_{РЯД}}$$

$$\sum P = \frac{30,411}{2 \cdot 2} + 91 + \frac{2 \cdot 11,345}{1,950 \cdot 2} = 104 \text{ кН} = 10630 \text{ кг}$$

$$A = \frac{10630}{200 \cdot 0,5} = 106,3 \text{ см}^2$$

$k=0,5$  – коефіцієнт контакту підкладки із фундаментом бетону.

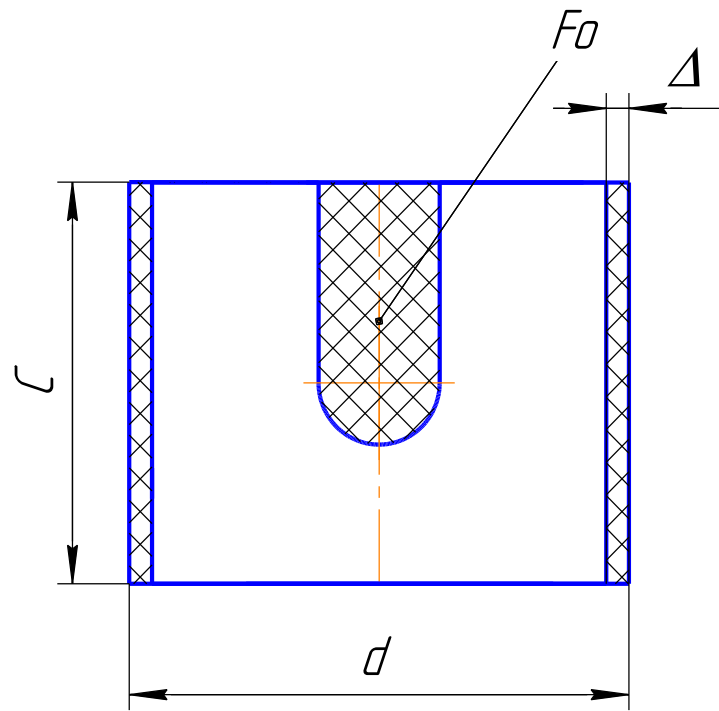


Рисунок 3.3 – Ескіз підкладки

визначаємо розмір сторони підкладки

$$c = \sqrt{A} = \sqrt{106.3} = 10.3 \approx 11 \text{ см}$$

$$\Delta = \frac{F_0}{2 \cdot c} = \frac{28.5}{2 \cdot 11} = 1.29 \text{ см прийmemo } \Delta = 1.5 \text{ см}$$

$$F_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{8} + 0.5 \cdot d_0 \cdot c = \frac{3.14 \cdot 4.0^2}{8} + 0.5 \cdot 4.0 \cdot 11 = 28.28 \approx 28.5 \text{ см}^2$$

при болті М36 отвір  $d_0 = 40 \text{ мм}$ .

$$d = c + 2 \cdot \Delta = 11 + 2 \cdot 1.5 = 14 \text{ див.}$$

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

### 4.1 Рівень механізації праці

Достатньо повне уявлення про рівень механізації можна отримати шляхом певних витрат механічної та ручної праці:

$$B = \frac{M}{M + R} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

де  $B$  – рівень механізації праці;

$M$  - сума людино-годин механізованої праці;

$R$  – сума людино-годин ручної праці.

Для електрогазозварювальника:

$$\hat{A} = \frac{1}{1+7} \cdot 100\% = 12,5\%$$

Вихідні дані та отримані результати зведено до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок рівня механізації праці робітників спікального відділення агломераційного цеху

| № п/п | Професія робітників        | Штат робітників | Кількість відпрацьованих людино-годин на добу |                      |        | % механізованої праці | % ручної праці |
|-------|----------------------------|-----------------|-----------------------------------------------|----------------------|--------|-----------------------|----------------|
|       |                            |                 | вручну                                        | за допомогою машин   | всього |                       |                |
| 1     | Електрогазо - зварювальник | 2               | $7 \cdot 2 = 14$                              | $1 \cdot 2 = 2$      | 16     | 12,5                  | 87,5           |
| 2     | Газорізач                  | 2               | $6 \cdot 2 = 12$                              | $2 \cdot 2 = 4$      | 16     | 25                    | 75             |
| 3     | Слюсар ремонтник           | 11              | $6 \cdot 11 = 66$                             | $2 \cdot 11 = 22$    | 88     | 25                    | 75             |
| 4     | Електрик                   | 5               | $5 \cdot 5 = 25$                              | $3 \cdot 5 = 15$     | 40     | 37,5                  | 62,5           |
| 5     | Оператор                   | 2               | $0,8 \cdot 2 = 1,6$                           | $7,2 \cdot 2 = 14,4$ | 40     | 90                    | 10             |

З даних таблиці можна дати висновок про класифікацію професії робітників:

професії механізованої праці – оператор;

професії змішаної праці – електрик;

професії ручної праці - електро-газозварювальник , газорізач, слюсар ремонтник.

#### 4.2 Аналіз потенційних та шкідливих факторів виробничого середовища

Розглянемо карту умов праці слюсаря ремонтника (таблицю 4.2) спікального відділення агломераційного цеху

Таблиця 4.2 - Технологічна карта умов праці для чергового та ремонтного слюсаря

| Чинники виробничого середовища та трудового процесу | Нормативне значення, (ГДК, ПДК ) | Фактичне значення | III клас шкідливих та небезпечних умов ., та характер праці |        |         | Час дії фактора, % за зміну |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|--------|---------|-----------------------------|
|                                                     |                                  |                   | I ст.                                                       | II ст. | III ст. |                             |
| I. Пил, мг/м <sup>3</sup>                           | 4                                | 200               |                                                             |        | 50      | 94,6                        |
| II. Шум, ДБА                                        | 75                               | 95                | 20                                                          |        |         | 94,6                        |
| I II . Мікроклімат                                  |                                  |                   |                                                             |        |         |                             |
| - температура повітря °,                            | 23-25                            | 40                |                                                             | 15     |         | 94,6                        |
| - швидкість руху повітря, м/сек                     | 0,2-0,5                          | 0,3               | -                                                           | -      | -       | 94,6                        |
| - відносна вологість повітря, %                     | 40                               | 61                | 21                                                          |        |         | 94,6                        |
| - інфрачервоне випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>    | 140                              | 523               |                                                             | 383    |         | 79,8                        |
| Азот діоксид                                        | 2,0                              | 4,0               |                                                             | 2      |         | 94,6                        |
| Ангідрид сірчистий                                  | 10,0                             | 13,5              |                                                             |        | 13,5    | 94,6                        |
| Вуглецю оксид                                       | 20,0                             | 9,2               | -                                                           | -      | -       | 94,6                        |
| Кількість факторів                                  |                                  |                   | 2                                                           | 3      | 2       |                             |

Висновок: Робочі місця мають у наявності: 2 фактори 1 ступеня, 3 фактори 2 ступеня, 2 фактори 3 ступеня.

Ця професія має фактичні значення:

пил переважно фіброгенної дії - 175 мг/м<sup>3</sup>;

рівень шуму досягає - 95 дБ;

температура повітря у приміщенні досягає 40°C.

Наведені вище шкідливості спричиняють появу окремих ознак профзахворювань (силікоз, глухота ), а також спричиняють зростання патологій з короткочасною втратою працездатності (теплові удари). Відповідно до гігієнічної класифікації праці робоче місце відноситься до III класу, у якому

шкідливі умови праці перевищують гігієнічні нормативи шкідливих факторів, та мають три фактори шкідливості. За показниками робоче місце належить до шкідливих та важких умов праці, що відповідає списку №1 пункт 1. Має право на пенсію за списком №1.

Згідно зі списком №1: пенсійний вік за пільговими умовами для чоловіків становить 50 років, для жінок 45 років, надається додаткова відпустка 14 днів, дається молоко.

До основних шкідливостей належать: пил, шум, зміна температури всередині цеху.

У таблиці 4.3 наведено фактори виробничого середовища трудового процесу та заходи щодо їх усунення, які мають місце у спекальному відділенні.

Таблиця 4.3 – Технічні заходи захисту від впливу шкідливих факторів виробничого середовища

| № п/п | Небезпечний чи шкідливий фактор виробничого середовища | Захисне пристрій                                                     | Тип пристрої | Параметри пристрої                    | Місце установки         |
|-------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------------|
| 1     | Запиленість                                            | Витяжна вентиляція                                                   | КСЗ          | Витрата до 50 000 м <sup>3</sup> /год | У місцях утворення пилу |
| 2     | Запиленість                                            | Респіратор СІЗОД                                                     | ШБ-1М        | 5,05г/м <sup>3</sup>                  | Індивідуально           |
| 3     | Шум                                                    | Навушники проти - шумові , біруші                                    |              | Придатний до 110дБ                    | Індивідуально           |
| 4     | Температура Хол період                                 | Утеплена куртка, ватяні штани, костюм з бавовняної тканини, черевики | Тн           | За зростанням робітника               | Індивідуально           |
|       | Тепл період року                                       | костюм з бавовняної тканини, черевики                                | Ти           | -                                     |                         |
| 5     | Шкідливі хімічні речовини                              | Теж що і при запилення + костюм х/б, рукавиці                        | Пм           | -                                     | Індивідуально           |

### **4.3 Технічні рішення щодо виробничої санітарії**

#### **4.3.1 Об'ємно-планувальні рішення будівель та споруд цеху**

Відповідно до вимог санітарних норм для металургійного виробництва передбачається встановлення санітарно-захисної зони.

У генеральному плані металургійного заводу агломераційного цеху проектується поруч із доменним цехом, і передача сировини доменний цех виробляється внутрішньоцеховим транспортом. Агломераційний цех розташований так, щоб переважні вітри були спрямовані вздовж цеху від складів готової продукції. Розглянута ділянка знаходиться у центрі промислової зони. Тому при зміні вітрів ділянка може перебувати на шляху проходження шкідливих викидів (газів та пилу) різних виробництв, та й сама може бути джерелом забруднення повітря для цих виробництв. Тому потрібно вживати заходів щодо зменшення шкідливих викидів виробництва.

Об'єм і площа приміщення, що припадає на одного робітника, не менше  $15\text{ м}^3$  і  $4,5\text{ м}^2$  відповідно, практичні значення досягають  $12,5\text{ м}^3$  і  $4\text{ м}^2$  відповідно на кожного робітника.

#### **4.3.2 Опалення та вентиляція**

Під вентиляцією розуміють систему заходів та пристроїв, призначених для забезпечення на робочих місцях, у робочих та обслуговуваних зонах приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища. Залежно від способу переміщення повітря розрізняють природну та механічну вентиляцію. Для усунення осідання пилу в приміщенні, зменшуючи його кількість у повітрі, все обладнання закрито парасольками (витяжна вентиляція), з'єднаними за допомогою повітроводів з пристроями для очищення повітря, що видаляється.

Також у прольоті металургійної ділянки використовують природну вентиляцію повітря. У такому вигляді вентиляції повітря надходить та видаляється через щілини вікна, двері, ворота, ліхтарі.

Опалення побутових приміщень здійснюється за допомогою панелей (батарей) у яких як теплоносії використовують пар. Опалення побутових приміщень здійснюється від цеху тепловодопостачання.

Ефективним засобом забезпечення необхідних гігієнічних якостей повітря, що сприяють нормальній роботі, та відповідним вимогам БН і П 2.04.05-91 передбачено вентиляцію деяких робочих місць. Норми мікроклімату на постійних робочих місцях зазначені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Значення прийнятих допустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні приміщень

| Період року | Категорія роботи з тяжкості | Період року                 |                                |                             | Температура повітря в постійних робочих місцях, °С |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------|
|             |                             | на постійних робочих місцях |                                |                             |                                                    |
|             |                             | темпера- тура повітря , °С  | відносна вологість повітря , % | швидкість руху повітря, м/с |                                                    |
| Холодний    | Середній тягар II б         | 21                          | 75                             | 0,2                         | 15                                                 |
| Холодний    | Тяжка III                   | 19                          | 75                             | 0,3                         | 13                                                 |
| Теплий      | Середній тягар II б         | 27                          | 70                             | 0,4                         | 21                                                 |
| Теплий      | Тяжка III                   | 26                          | 75                             | 0,5                         | 19                                                 |

Ефективним засобом забезпечення корисних гігієнічних властивостей повітря є вентиляція.

У спекальному відділенні застосовується природна вентиляція. Природна вентиляція здійснюється завдяки різниці температур повітря в приміщенні та поза ним (тепловий напір) та вплив вітру (вітровий напір) за допомогою аерації. При цьому свіже повітря надходить у приміщення через відкриті ворота та через вікна в нижній частині будівлі, а забруднене повітря з приміщення виходить через аераційні ліхтарі конструкції Гіпромезу. Швидкість руху повітря у приміщенні має перевищувати 0,3-0,5 м/с.

У відділенні мають місце технологічні викиди, що утворюють у процесі спікання агломерату.

### 4.3.3 Природне та штучне освітлення

Для створення сприятливих умов праці важливе значення має раціональне освітлення.

Характеристика приміщення спікального відділення:

- характер робіт середня точність
- Розмір об'єкта розпізнавання, мм від 0,5 до 1
- Розряд зорової роботи IV
- підрозряд роботи В
- контрастність об'єкта розпізнавання середня
- фон середній
- $E_n$  - штучна, лк 200

Для ремонту обладнання передбачено штучне освітлення.

На промислових підприємствах штучне освітлення підрозділяється на робоче (для проведення робіт у темний час доби або в місцях без достатнього природного освітлення), аварійне (для проведення роботи при аварійному відключенні робочого освітлення), евакуаційне (аварійне освітлення для евакуації людей із приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення). При необхідності частина світильників того чи іншого виду освітлення може використовуватись для чергового освітлення.

Штучне освітлення проектується двох систем: загальне (рівномірне або локалізоване з урахуванням розташування робочих місць) і комбіноване, коли до загального освітлення додається місцеве . є дугові ртутні лампи типу ДРЛ-400, ДРЛ-250

Відповідно до СНиП 2-4-79 для приміщень, де проводяться роботи 6 розряду, тобто. спостереження за перебігом виробничого процесу, передбачається суміщене висвітлення.

Природне висвітлення нормується. Основним показником нормування є коефіцієнт природної освітленості (КЕО).

Місто Запоріжжя знаходиться в 4 поясі світлового клімату, тому КЕО для нього обчислюватиметься за формулою:

$$KEO_{ln}^4 = KEO_{ln}^3 \cdot m \cdot e = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 1,38\%, \quad (4.2)$$

де  $KEO_{ln}^3$  - значення КЕО для 3 пояси світлового клімату;

$m$  – коефіцієнт світлового клімату;

$e$  – коефіцієнт сонячності клімату.

Освітленість повинна бути забезпечена не менше ніж 75% максимуму, що досягається застосуванням комбінованого освітлення.

#### 4.3.4 Побутові та допоміжні приміщення

Відповідно до нормативних вимог у цеху передбачені побутові та допоміжні приміщення: душові, гардероби, умивальники, пункти харчування, санвузли. Норми забезпечення цеху санітарно-побутовими приміщеннями та пристроями подано у таблиці 4.5.

Умивальники та душові розміщують в окремих приміщеннях, поєднаних із гардеробами. При виробничих процесах із значними тепловиділеннями передбачаються окремі додаткові умивальники із душовими сітками. Умивальники встановлюються із розрахунку 10 осіб на 1 кран. У вбиральні, при закритому способі зберігання, число місць для зберігання повинно дорівнювати кількості працюючих у всіх змінах.

Таблиця 4.5 - Норми забезпечення цеху санітарно-побутовими приміщеннями та пристроями

| №<br>п/п | Найменування | Одиниці<br>виміру | Вимога за нормами | Фактична<br>кількість |
|----------|--------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| 1        | Душові       | шт.               | 50                | 30                    |

|   |             |     |    |    |
|---|-------------|-----|----|----|
| 2 | Умивальники | шт. | 17 | 10 |
| 3 | Санвузли    | шт. | 24 | 22 |
| 4 | Медпункт    | шт. | 1  | 1  |
| 5 | Буфет       | шт. | 2  | 2  |

Відповідно до санітарних норм у цеху необхідно додатково встановити 20 душових кабін; 7 умивальників; 2 санвузли.

#### **4.3.5 Виробничий шум, виробнича вібрація**

За походженням шум буває механічний, що виникає в результаті тертя вузлів та деталей механізмів та машин на холостому та робочому ході; аерогідродинамічний, що виникає при великих швидкостях руху потоків повітря, газів, рідин; імпульсний, що виникає в результаті зіткнення твердих тіл; термічний, що генерується при згорянні газоподібного палива в пальникових та форсуночних пристроях.

Шум різної інтенсивності та частоти, довгостроково впливаючи на працюючих, призводить до зниження гостроти слуху, а згодом до розвитку професійної глухоти. Шум також негативно впливає фізіологічні функції організму людини. Будучи зовнішнім подразником, який сприймається та аналізується корою головного мозку, шум призводить до перенапруги центральної нервової системи та розладу функцій внутрішніх органів та систем людини.

Основним джерелом шуму в цеху є частини різних механізмів і агрегатів, що обертаються (змішувачі, конвеєри, транспортери, дробарки, гуркоту та ін.). Для зменшення шуму в цеху в джерелі його утворення замінюють ударні взаємодії деталей ненаголошеними, зворотно-поступальні рухи - обертальними; демпфують коливання змішувальних агрегатів, приводу стрічкових, пластинчастих конвеєрів, для чого деталі, що сударяються, і окремі вузли агрегатів зчленовують з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя: гумою,

пробкою, бітумом, бітумними картонами, повстю, азбестом та ін; зменшують інтенсивність вібрацій деталей агрегатів шляхом облицювання цих поверхонь, у приводах механізмів встановлюють пружні еластичні муфти.

Для ослаблення вібрацій всі агрегати, що створюють вібрації (робочі машини, двигуни, вентилятори тощо), встановлюють на самостійних фундаментах, віброізованих від підлоги та інших конструкцій будівель, або спеціально розрахованих амортизаторах із сталевих пружин або пружних матеріалів. Для ослаблення передачі вібрацій та шуму по повітропроводах та трубопроводах приєднання їх до вентиляторів та насосів здійснюється за допомогою гнучкої вставки з прогумованої тканини або гумового патрубку.

#### **4.3.6 Виробничі випромінювання**

Температурний режим у виробничих приміщеннях або в ізованих його частинах залежить від величини тепловиділень обладнання, агрегатів, нагрітих напівфабрикатів та готової продукції, а також від сонячної радіації, що проникає в цех через відкриті та заклені отвори. Частина тепла, що надійшло в цех, віддається назовні, а решта, так зване явне або надлишкове тепло, нагріває повітря робочих приміщень.

Робочі агломераційного цеху постійно чи періодично зазнають впливу інфрачервоного випромінювання. Інтенсивність опромінення на робочих місцях залежно від розмірів та температури джерел випромінювання та відстані від нього змінюється у широких межах.

Для поліпшення умов праці в агломераційному цеху та захисту працюючих від теплового впливу застосовують такі способи: теплоізоляцію поверхонь, що випромінюють тепло, за допомогою водоохолоджуваних екранів, рам, щитів, завіс та ін; теплоізоляцію та охолодження робочих місць (постів управління, кабін машиністів кранів та ін.); природну та механічну вентиляцію; повітряне охолодження замкнутих просторів печей, що у ремонті; водорозпилення на робочих місцях та у припливних віконних отворах; спецодяг (костюм робочий

модель В-106-00) та індивідуальні захисні пристрої — щитки, екрани, окуляри, світлофільтри, респіратори (респіратор ШБ-1 «Росток», «Тополь 4» ДСТУ 12.4.028-76); раціональну організацію режиму праці та відпочинку.

#### **4.4 Заходи з техніки безпеки**

З метою запобігання нещасним випадкам забороняється:

- починати та вести роботу при будь-яких несправностях у механізмах;
- самовільно, поза встановленим порядком, пускати в хід машину;
- допускати сторонніх осіб до працюючої машини;

Ремонт та регулювання машини проводити тільки при знятій напрузі та зупиненому двигуні.

Провід, що підводить струм, повинен бути добре ізольований і захищений від пошкоджень.

Машина, електродвигун та електроапаратура повинні бути надійно заземлені.

Усі проходи навколо машини мають бути вільними від сторонніх предметів.

Підлога навколо машини повинна представляти рівну неслизьку поверхню.

Робоче місце має бути добре освітлене.

При монтажі керуватись вимогами безпеки, розробленими монтажними організаціями.

#### **4.5 Заходи пожежної безпеки**

Спікальне відділення відноситься до пожежонебезпечної категорії "Г", оскільки агломерат перебуває у розжареному стані, процес спікання агломерату супроводжується виділенням променистого тепла та полум'я. За пожежною

небезпекою спекувальне відділення відноситься до класу П-1, за ступенем вибуховості до класу В-1 (ДБН В1.1-7.2002).

Будівля ділянки запального відділення відноситься до II ступеня вогнестійкості (будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плитних негорючих матеріалів).

Межі вогнестійкості конструкцій:

- несучі та сходові клітини – 2ч;
- самонесучі - 1ч;
- зовнішні несучі - 0,25 год;
- внутрішні несучі - 0,25 год;
- колони – 2 год;
- сходові майданчики, сходи , балки, марші сходових кліток - 1ч;
- плити, настили та ін. несучі конструкційні перекриття – 0,75 год;

До первинних засобів пожежогашіння в цеху відносять: вогнегасники ОУ-5 (25 шт ), ОУ-10 (32 шт.), ОВП-1Д (46 шт ), пожежний інвентар (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою); пожежний інвентар (багри, ломы, сокири та ін.).

Цех має внутрішній протипожежний водопровід із пожежними кранами та рукавами.

На території комбінату забороняється:

- курити у недозволених місцях, а курити необхідно у спеціально відведених місцях;
- закривати та захарашувати фраги , проїзди, під'їзди та підходи до будівель, водопроводів та пожежних гідрантів;
- вимикати окремі ділянки водопровідної мережі, внутрішні пожежні крани, знижувати встановлений тиск у мережах;
- допускати до вогневих робіт осіб , які не пройшли інструктаж пожежного тех мінімуму;

- користуватися водою з пожежних водойм та засобами пожежогасіння не за прямим призначенням;
- застосовувати відкритий вогонь під час огляду обладнання та комунікацій.

Для захисту робочих і промислових агрегатів, що знаходяться на території агломераційного цеху, від випадкового попадання блискавки використовується блискавкозахист, у вигляді громовідводів.

#### 4.6 Рішення щодо покращення екологічних показників цеху

Створення оптимальних метеорологічних та екологічних умов у виробничому приміщенні є складним завданням, вирішення якого йде у таких напрямках:

раціональне розміщення джерел теплоти, при охолодженні гарячих виробів, у спеціальних приміщеннях, що мають потужну вентиляційну систему;

механізація та автоматизація виробничих процесів шляхом впровадження механічного розвантаження, впровадження транспортних трубопроводів.

запровадження більш раціональних технологій та обладнання.

#### 4.7 Розрахунок циклону

Потрібно зробити розрахунок циклону виходячи з наступних умов:

- кількість аспіраційного повітря, яке направляється на очищення  $V_1 = 2,9 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- температура повітря, що спрямовується на очищення  $t = 25^\circ \text{C}$ ;
- запилення повітря на вході в циклон  $Z_1 = 1,8 \text{ г}/\text{м}^3$ ;
- дисперсійний склад пилу (розподіл пилу по масі – сумарний відсоток усіх частинок, що мають розмір менше за верхні межі фракцій).

Основні позначення:

$\delta_{50}$  -середній (медіанний) розмір часток, м;

$\delta_{16}$  -розмір частинок, маса яких менше 16% загальної маси всіх частинок, м;

$\delta$ -Показник полідисперсності пилу;

$\Delta p$ -опір циклону, Па;

$W_0$  -умовна швидкість газів у перерізі корпусу циклону, м/с;

$D_c$  -діаметр циклону, м;

$\xi^c_{\text{про}}$  - коефіцієнт опору циклону за його роботи на «мережа»;

$\xi^{\text{по}}$  . коефіцієнт опору циклону при його роботі на «вихлоп».

### Попередній розрахунок

1 Щільність повітря за н.у. визначається за формулою,  $\text{кг/м}^3$  :

$$\rho = 1,293 \cdot \frac{273}{273 + 25} \cdot \frac{(726 \cdot 133,3 - 400)}{101325} = 1,209 \text{ кг/м}^3$$

(Щільність повітря при н.у. , де  $\rho_0 = 1,293 \text{ кг/м}^3$  ).

2 Кінематична в'язкість повітря становитиме  $\nu = (15 \cdot 10^{-6}) \text{ м}^2/\text{с}$ , а динамічна в'язкість

$$\mu = 15 \cdot 10^{-6} \cdot 1,208 = (18,1 \cdot 10^{-6}) \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

### Перевірочний розрахунок

1 Вибираємо циклон ЦН-11, так як вхідна запиленість мала, а необхідна ступінь очищення  $\eta$  досить велика.

2 Виходячи з рекомендованого діапазону співвідношень  $\frac{\Delta p}{\rho}$  для циклонів ЦН-11,

$$\text{приймаємо } \frac{\Delta p}{\rho} = 960; \Delta p = 960 \cdot 1,209 = 1160 \text{ Па}$$

3 Для зниження значення  $\Delta\rho$  приймаємо, що циклон працює на мережу і забезпечений вихідним равником, встановленою на вихідній трубі, тоді визначаємо  $\xi^{0,5} = 235$ .

4 Умовна швидкість визначиться із формули:

$$W_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 960}{235}} = 2,86 \text{ м}^3 / \text{с}$$

5 При  $W_0 = 2,86 \text{ м}^3 / \text{с}$  продуктивність циклону  $D = 0,8 \text{ м}$  становитиме:

$$Y'_l = 2,86 \cdot 0,785 \cdot (0,8^2) = 1,44 \text{ м}^3 / \text{с}$$

а на очищення подається  $2,9 \text{ м}^3 / \text{с}$ , тому попередньо приймаємо до встановлення 2 циклони ( $2 \cdot 1,44 = 2,88 \text{ м}^3 / \text{с} = 2,9 \text{ м}^3 / \text{с}$ ).

6 Визначимо розподіл дисперсного складу  $\delta_{50} = 15,4 \text{ мкм}$ ,  $\delta_{16} = 6,3 \text{ мкм}$  (1 лінія).

7 Показник полідисперсності за формулою

$$\delta = \frac{\delta_{50}}{\delta_{16}} = \frac{15,4}{6,3} = 2,44 \text{ мкм}$$

8 За монограмою для циклону ЦН-11 [4] за призначенням  $D = 0,8 \text{ м}$ ,  $\Delta\rho = 1160 \text{ Па}$ ,  $\mu = (18,1 \cdot 10^{-6}) \text{ Па} \cdot \text{с}$ ,

$\rho_4 = 1500 \text{ кг/м}^3$  визначаємо, що

$$\delta_{\eta 50} = 4,2 \text{ мкм}$$

9 За номограмою [4]

$$\delta_{50} = 15,4 \text{ мкм}, \delta_{\eta 50} = 4,2 \text{ мкм}, \delta = 2,44 \text{ мкм}$$

визначаємо  $\eta = 92,6\%$ , що задовольняє завдання.

10 Уточнюємо гідравлічний опір циклону:

$$k_1 = 1;$$

$$k_2 = 1;$$

$$k_3 = 28 \text{ (беручи равликівий відвід газів);}$$

значення  $\xi_{\Gamma_0}$  визначаємо за формулою

$$\xi_o^{sp} = 235 + 28 = 263;$$

*сопротивление, Па :*

$$\Delta p = 263 \frac{2,86^2}{2} 1,209 = 1292.$$

## Висновки

Ознайомившись з технологією підготовки агломерату та конструкцією змішувального барабана, комплексу обладнання агломашин показано, що одним із «вузьких місць» є привід змішувального барабана, недолік проявляється у швидкому зносі гумових сегментів еластичних муфт.

Зношування пов'язане з нерівномірним навантаженням від налипання шихти на стінки барабана. Незручністю є часта заміна гумових сегментів, що призводить до тривалих простоїв обладнання.

Для забезпечення швидкої заміни, тривалої та безвідмовної роботи приводу пропонується замінити еластичну муфту на зубчасту. Влаштування зубчастої муфти забезпечить швидку заміну, центрування, а отже зменшить простій обладнання.

Подана у роботі модернізація може бути використана на підприємствах металургійної промисловості, що мають аналогічне обладнання.

## Список використаної літератури

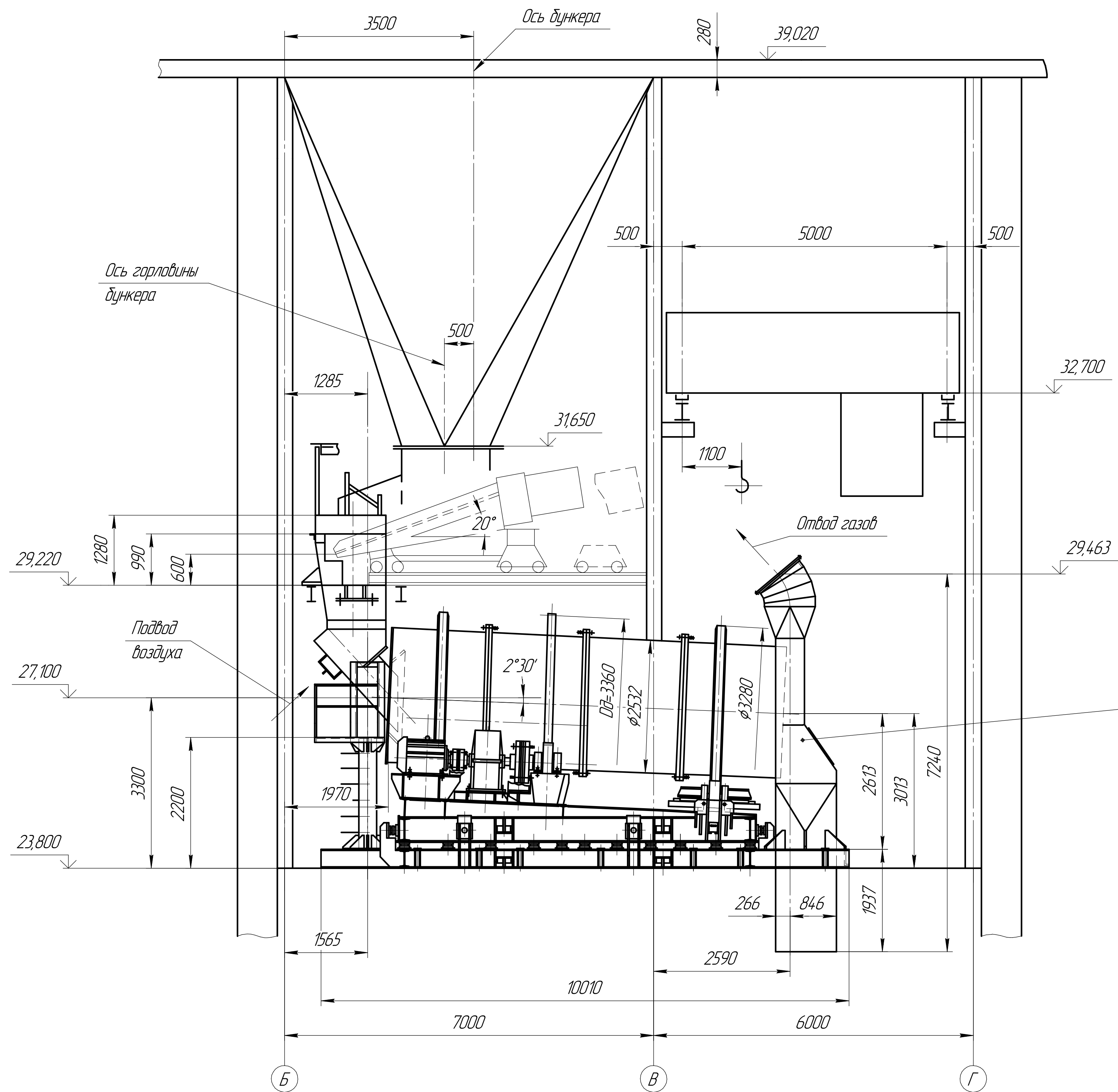
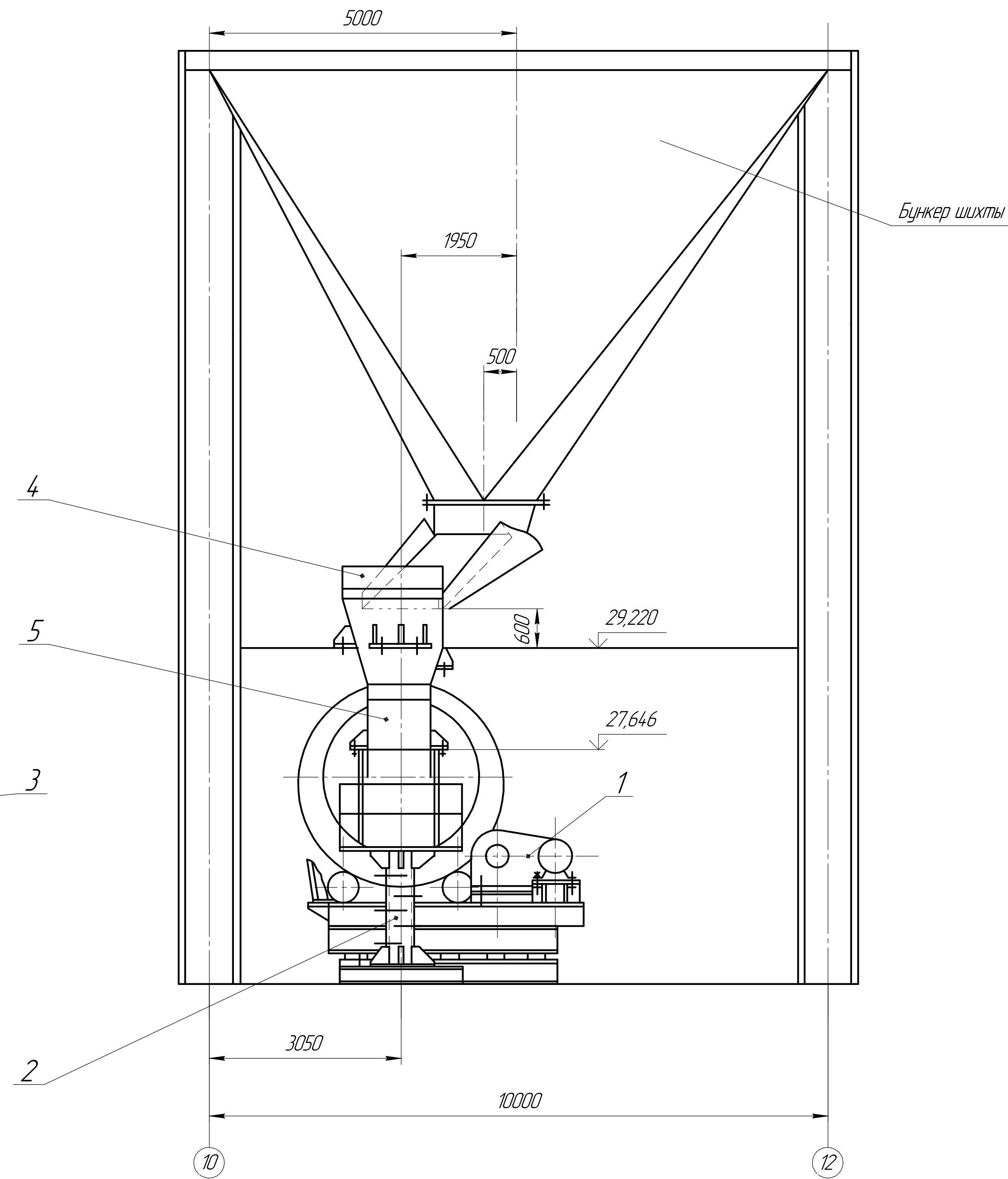
1. PJSC “Zaporizhstal”. ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/uk-ua/about> (дата звернення: 16.04.2024).
2. Analysis of Nonlinear Vibration in Continuous Mixer / Q. X. Meng et al. *Advanced Materials Research*. 2014. Vol. 1055. P. 199–205. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.1055.199> (date of access: 20.03.2025).
3. Experimental investigation of mixing in a novel continuous chaotic mixer / S. M. Hosseinalipour et al. *Korean Journal of Chemical Engineering*. 2014. Vol. 31, no. 10. P. 1757–1765. URL: <https://doi.org/10.1007/s11814-014-0071-x> (date of access: 26.03.2025).
4. Гречаний О. М., Васильченко Т., Бадло В. В., Чувальський М. В., Падалка О. О., Пархоменко В. В. Аналіз факторів, що впливають на втомну міцність деталей металургійного обладнання. *Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'2023: тези доповідей міжнародної науково–практичної конференції* Дніпро: УДУНТ, 2023. С. 23–26.
5. Жук А. Я., Желябіна Н. К. Основи розрахунків приводів машин: Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 1996. 145 с.
6. Півняк Г.Г., Бешта О.С., Фількін М.П. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. 352с.
7. Розрахунки вантажопідйомних та транспортуючих машин / Ф. К. Іванченко та ін. К. : Вища шк., 1978. 576 с.
8. Погорєлов С. В., Ведмідь Ю. П. Підйомно-транспортні машини: лаб. практикум. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 48 с.
9. Іванченко Ф. К. Конструкція та розрахунок підйомно-транспортних машин. К. : Вища шк., 1988. 424 с.

10. Проценко О.М. Методичні вказівки до розрахунку силових і кінематичних параметрів приводів у курсовому проектуванні. Суми: Сумський державний університет, 2011. 72 с.
11. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник. Харків: Харківський політехнічний інститут, 2020.
12. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник. 2-ге вид. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
13. Технічне обслуговування металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 288 с.
14. 11. Ремонт металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 236 с.
15. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин : Підручник. – 4-е вид., перероб. і доп. – Донецьк: ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2008. – 379 с.
16. Ковтун Р.М. Складання металоконструкцій: підручник. Київ: Вища освіта, 2006. 560 с. ISBN: 966-8081-59-5
17. Вискребенцев Е.П. Допуски та посадки гладких циліндричних з'єднань у завданнях та прикладах: навч. посіб. Алчевськ: Дон ДТУ, 2005. 214 с. ISBN 966-310-070-2
18. Охорона праці на гірничо–металургійному підприємстві: навч. посібник. Ч.І: Металургійний комплекс. / В.О.Шеремет та ін. Дніпропетровськ: Січ, 2002. 375 с.
19. НПА ОП 0.00–4.01–08 Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту [Електронний ресурс] // Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=28566](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=28566).
20. ДСН 3.3.6.042–99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень

21. ДБН В.2.5–28–2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] // Мінбуд України. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5–28–2006.pdf](http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5-28-2006.pdf).
22. Правила улаштування електроустановок. URL: <https://mev.gov.ua/storinka/pravy-la-ulashtuvannya-elektroustanovok> (дата звернення: 03.10.2023).
23. ДБН В.1.1–7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва Загальні вимоги [Електронний ресурс] // Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово–комунального господарства України. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: [http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/32.1.%20ДБН%20В.1.1–7~2016.%20Пожежна%20безпека%20об'єктів%20будівни.pdf](http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/32.1.%20ДБН%20В.1.1-7~2016.%20Пожежна%20безпека%20об'єктів%20будівни.pdf).
24. Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека. Навч. посіб. / К. Н. Ткачук та ін. – К: Основа, 2009. – 360 с.
25. Румянцев В. Р. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та техногенна безпека» у дипломних роботах (проектах) для студентів ЗДІА спеціальностей МЧМ, МБ та інші / В. Р. Румянцев, І. О. Ткаліч. – Запоріжжя: ЗДІА, 2012. – 16 с.

## ДОДАТКИ

|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|------------------------------------------------|-------------|----------|-------|------------------|-------------------------------------|------|------------|
| Перв. примен.                                  | Формат      | Зона     | Поз.  | Обозначение      | Наименование                        | Кол. | Примечание |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
| Справ. №                                       | A1          |          |       | ДП.022045.000 ВЗ | Общий вид                           |      |            |
|                                                |             |          |       |                  | Сборочные единицы                   |      |            |
|                                                | A1          | 1        |       | ДП.022045.100 СБ | Привод барабана                     | 1    |            |
|                                                |             | 2        |       |                  | Установка площадки                  | 1    |            |
|                                                |             | 3        |       |                  | Узел загрузки с пневмооборудованием | 1    |            |
|                                                |             | 4        |       |                  | Укрытие воронки верхней             | 1    |            |
|                                                | A1          | 5        |       | ДП.022045.500 СБ | Смесительный барабан L=7,5 м        | 1    |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
| Подп. и дата                                   |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
| Взам. инв. №                                   |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
| Подп. и дата                                   |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
| Инв. № подл.                                   |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       |                  |                                     |      |            |
|                                                |             |          |       | ДП.022045.000    |                                     |      |            |
| Изм.                                           | Лист        | № докум. | Подп. | Дата             |                                     |      |            |
| Разраб.                                        | Каляжный    |          |       |                  | Установка змішувального барабана    |      |            |
| Пров.                                          | Васильченко |          |       |                  |                                     |      |            |
| Н.контр.                                       | Васильченко |          |       |                  |                                     |      |            |
| Утв.                                           | Власов      |          |       |                  |                                     |      |            |
| Лит.                                           | Лист        | Листов   |       |                  |                                     |      |            |
| Д                                              | 1           | 1        |       |                  |                                     |      |            |
| МОНУ, ЗНУ, ІННІ ім. Ю.М. Потемні, гр. 6.1332-с |             |          |       |                  |                                     |      |            |
| Копировал                                      |             |          |       |                  |                                     |      |            |
| Формат А4                                      |             |          |       |                  |                                     |      |            |



Техническая характеристика

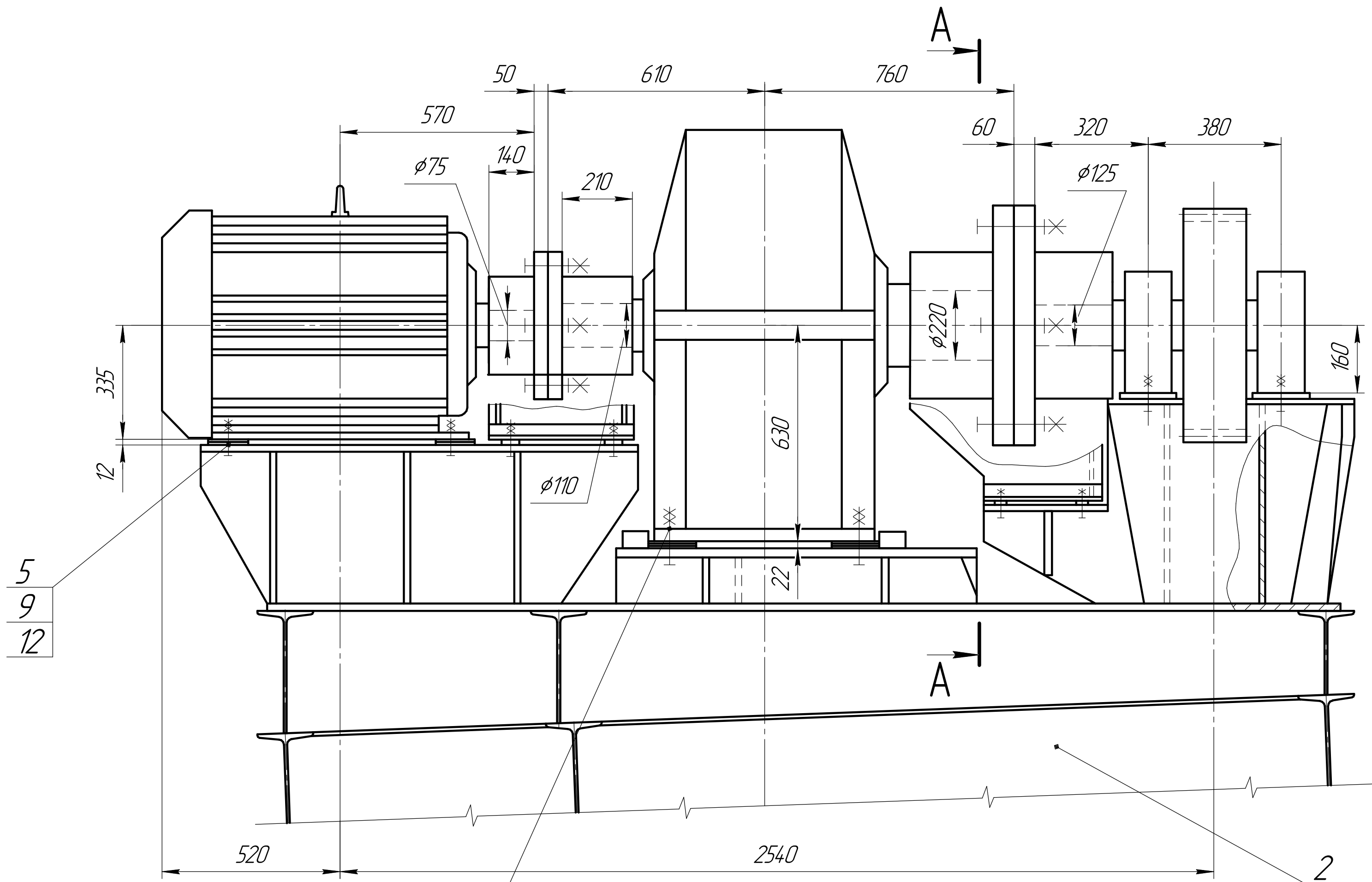
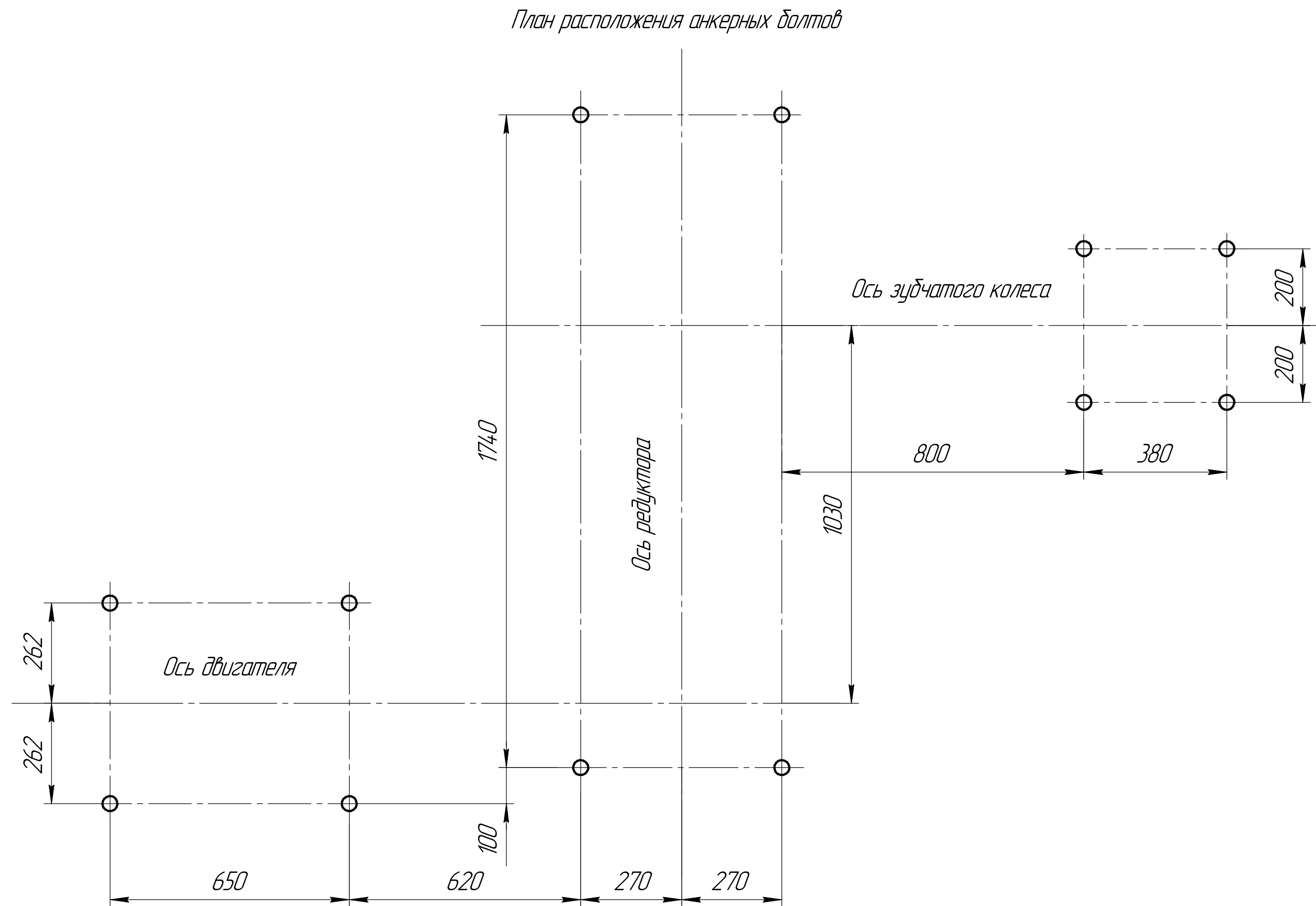
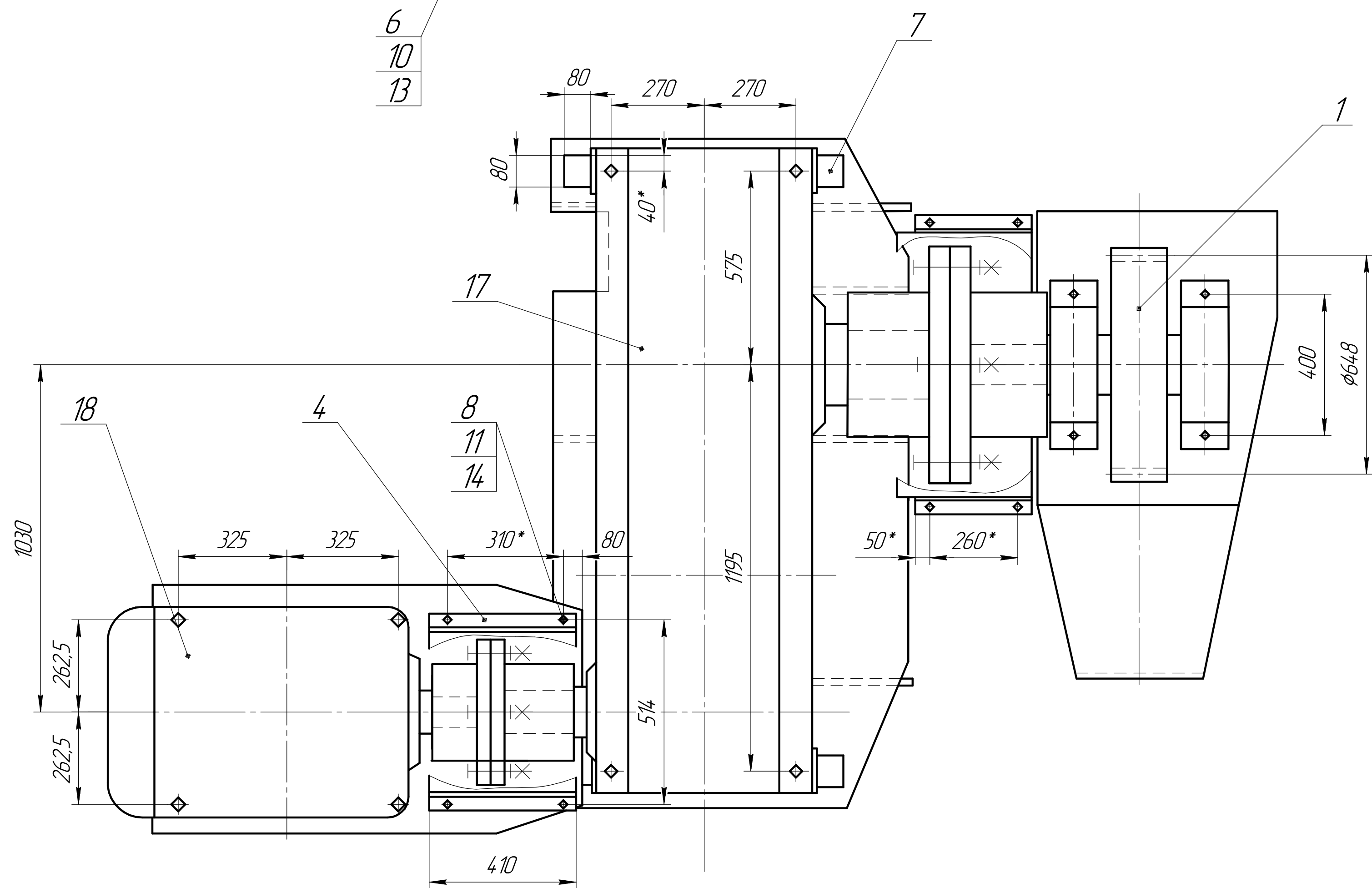
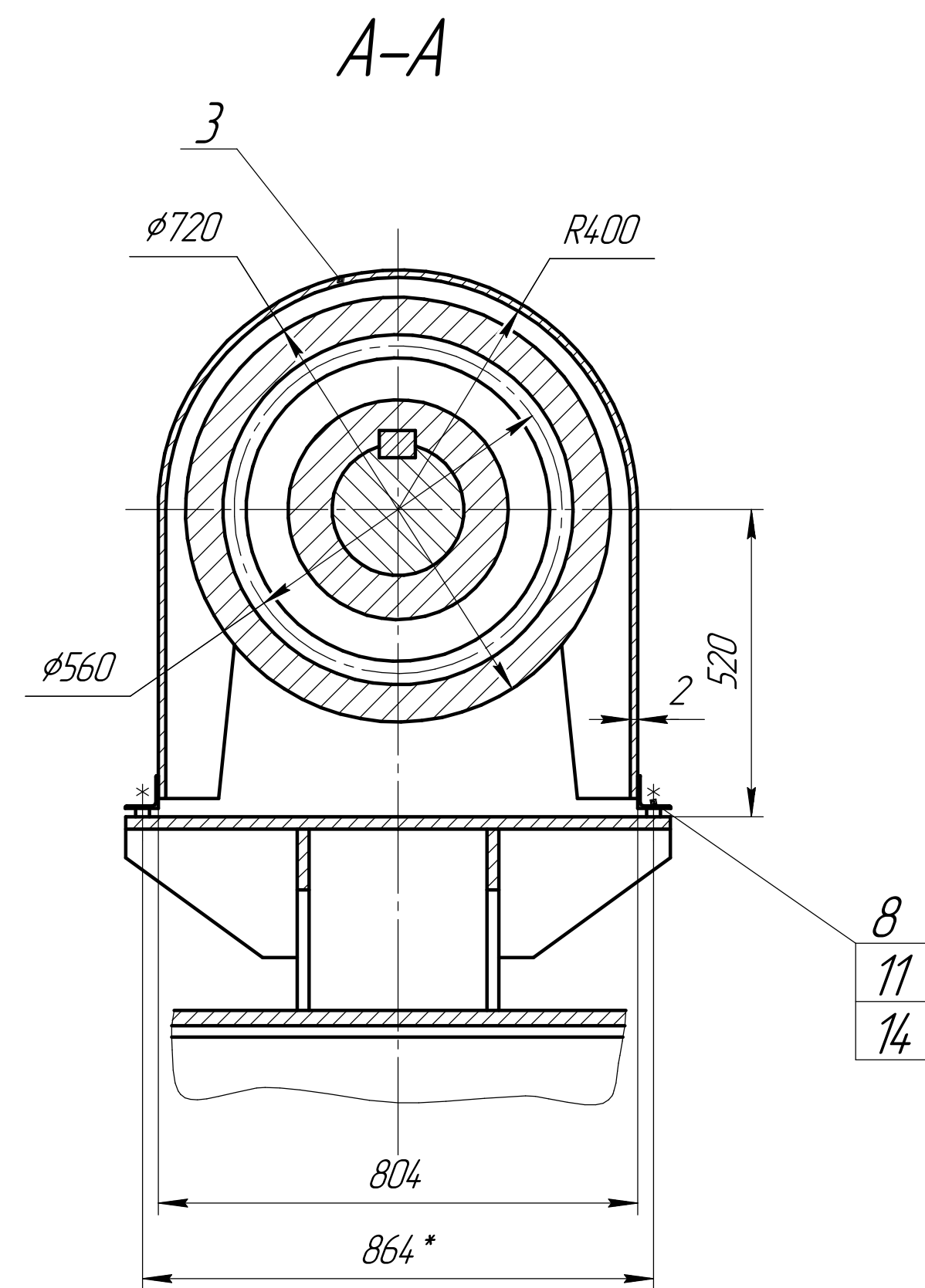
|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| 1. Число оборотов барабана, об/мин – | 8,48 |
| 2. Диаметр барабана (внутри), м –    | 2,5  |
| 3. Длина барабана, м –               | 7,5  |
| 4. Привод:                           |      |
| 4.1 Электродвигатель АО-94-6         |      |
| частота вращения, об/мин –           | 985  |
| мощность, кВт –                      | 75   |
| 4.2 Редуктор ЦДН-630-22,4-21         |      |
| передаточное число, i –              | 224  |
| масса редуктора, кг –                | 3330 |

|                  |             |         |                                                 |                                 |           |  |
|------------------|-------------|---------|-------------------------------------------------|---------------------------------|-----------|--|
| ЛП.022045.000 В3 |             |         |                                                 | Пристрій змішувального барабана |           |  |
| Лист             | Масса       | Масштаб | у                                               | 69217                           | 150       |  |
| Лист             | Листов      | 1       | МОНУ, ЗНУ, ІННІ ім. Ю.М. Петрові, гр. 6.13.32-с |                                 |           |  |
| Ізв.             | Лист        | № док.  | Подп.                                           | Дата                            | Копіював  |  |
| Разраб.          | Холодний    |         |                                                 |                                 | Формат А1 |  |
| Проб.            | Васильченко |         |                                                 |                                 |           |  |
| Т.контр.         | Васильченко |         |                                                 |                                 |           |  |
| Інж.контр.       | Васильченко |         |                                                 |                                 |           |  |
| Утв.             | Власов      |         |                                                 |                                 |           |  |

| Формат |  | Зона | Поз. | Обозначение      | Наименование                                         | Кол. | Примечание |
|--------|--|------|------|------------------|------------------------------------------------------|------|------------|
|        |  |      |      |                  |                                                      |      |            |
|        |  |      |      |                  | Документация                                         |      |            |
| A1     |  |      |      | ДП.022045.100 СК |                                                      |      |            |
|        |  |      |      |                  | Сборочные единицы                                    |      |            |
|        |  |      | 2    |                  | Рама                                                 | 1    |            |
|        |  | 1    |      | ДП.022045.110    | Вал проміжний                                        |      |            |
|        |  | 3    |      |                  | Кожух                                                | 1    |            |
|        |  | 4    |      |                  | Кожух                                                | 1    |            |
|        |  |      |      |                  | Детали                                               |      |            |
|        |  |      | 5    |                  | Подкладка под эл.двигатель                           |      |            |
|        |  |      |      |                  | 110×110 S=12 (набор)                                 | 4    |            |
|        |  |      | 6    |                  | Подкладка под редуктор                               |      |            |
|        |  |      |      |                  | 130×130 S=22 (набор)                                 | 4    |            |
|        |  |      | 7    |                  | Брусok 80×80                                         | 4    |            |
|        |  |      |      |                  | Стандартные изделия                                  |      |            |
|        |  |      | 1    |                  | Болты ГОСТ 7798-70                                   |      |            |
|        |  |      |      |                  | M12×25                                               | 8    |            |
|        |  |      | 9    |                  | M27×150                                              | 4    |            |
|        |  |      | 10   |                  | M48×190                                              | 4    |            |
|        |  |      |      |                  | Гайки ГОСТ 5915-70                                   |      |            |
|        |  |      | 11   |                  | M12                                                  | 8    |            |
|        |  |      | 12   |                  | M27                                                  | 8    |            |
|        |  |      |      |                  | ДП.022045.100                                        |      |            |
|        |  |      |      |                  | Привод барабана                                      |      |            |
|        |  |      |      |                  | Лит.                                                 | Лист | Листов     |
|        |  |      |      |                  | Д                                                    | 1    | 2          |
|        |  |      |      |                  | МОНУ, ЗНУ,<br>ІННІ ім. Ю.М. Потебні,<br>гр. 6.1332-с |      |            |

| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубли. | Подп. и дата |
|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
|              |              |              |               |              |

[illegible]



Техническая характеристика

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| 1. Электродвигатель:          |                 |
| 1.1. Тип                      | АО-94-6         |
| 1.2. Частота вращения, об/мин | 985             |
| 1.3. Мощность, кВт            | 75              |
| 2. Редуктор:                  |                 |
| 2.1. Тип                      | ЦДН-630-22,4-21 |
| 2.2. Передаточное число, i    | 22,4            |

Технические требования

1. Все размеры кроме обозначенных \* справочные

|                   |  |  |  |                                                     |        |         |
|-------------------|--|--|--|-----------------------------------------------------|--------|---------|
| ЛП.02204.5.100 СК |  |  |  | Лист                                                |        |         |
| Привод барабана   |  |  |  | Лит.                                                | Масса  | Масштаб |
|                   |  |  |  | Д                                                   | 4.783  | 1:10    |
|                   |  |  |  | Лист                                                | Листов | 1       |
|                   |  |  |  | МОНУ, ЭНУ,<br>ИНН им. Ю.М. Потеевн,<br>гр. Б.Б.32-с |        |         |
| Копировал         |  |  |  | Формат                                              | А1     |         |

|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
|---------------|--------|--------------|-------------|----------|------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------------------------|------|--------|
| Перв. примен. |        | Формат       | Зона        | Поз.     | Обозначение      | Наименование         | Кол.                | Примечание                                           |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
| Справ. №      |        | А1           |             |          | ДП.022045.110 СК |                      |                     |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      | Документация        |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      | Детали              |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 1        |                  | Корпус подшипника    | 2                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 2        |                  | Корпус подшипника    | 2                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 3        |                  | Крышка глухая        | 1                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 4        |                  | Кольцо распорное     | 2                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 5        |                  | Вал                  | 1                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 6        |                  | Планка стопорная     | 1                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 7        |                  | Шайба торцевая       | 1                   |                                                      |      |        |
|               |        | Подп. и дата |             |          |                  | 8                    |                     | Втулка                                               | 1    |        |
|               |        |              |             | 9        |                  | Болт М30×320         | 4                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 10       |                  | Пробка Rc 1/4        | 1                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 11       |                  | Крышка сквозная      | 1                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 12       |                  | Крышка разъемная     | 1                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 13       |                  | Шестерня z=27, m=24  | 1                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             | 14       |                  | Втулка дистанционная | 1                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      | Стандартные изделия |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |
| Подп. и дата  |        |              |             | 2        |                  | Подшипник 3526       | 2                   |                                                      |      |        |
|               |        |              |             |          |                  | ГОСТ 5721-75         |                     |                                                      |      |        |
| Инв. № подл.  |        |              |             |          |                  |                      | ДП.022045.110       |                                                      |      |        |
|               |        | Изм.         | Лист        | № докум. | Подп.            | Дата                 |                     |                                                      |      |        |
|               |        | Разраб.      | Каляжный    |          |                  |                      | Вал промежутий      | Лит.                                                 | Лист | Листов |
|               |        | Пров.        | Васильченко |          |                  |                      |                     | Д                                                    | 1    | 2      |
|               |        | Н.контр.     | Васильченко |          |                  |                      |                     | МОНУ, ЗНУ,<br>ІННІ ім. Ю.М. Потебні,<br>гр. 6.1332-с |      |        |
| Утв.          | Власов |              |             |          |                  |                      |                     |                                                      |      |        |

Копировал

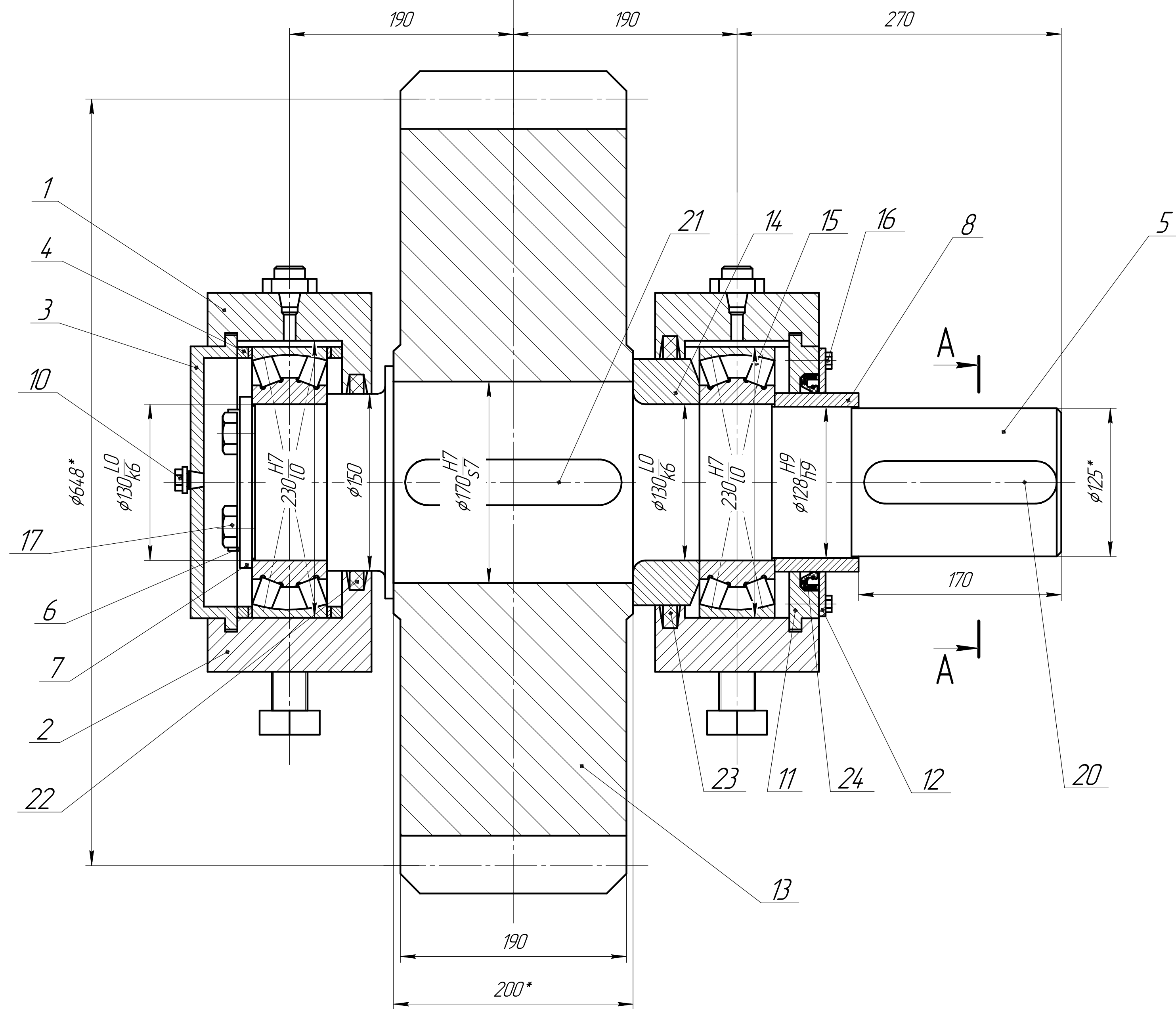
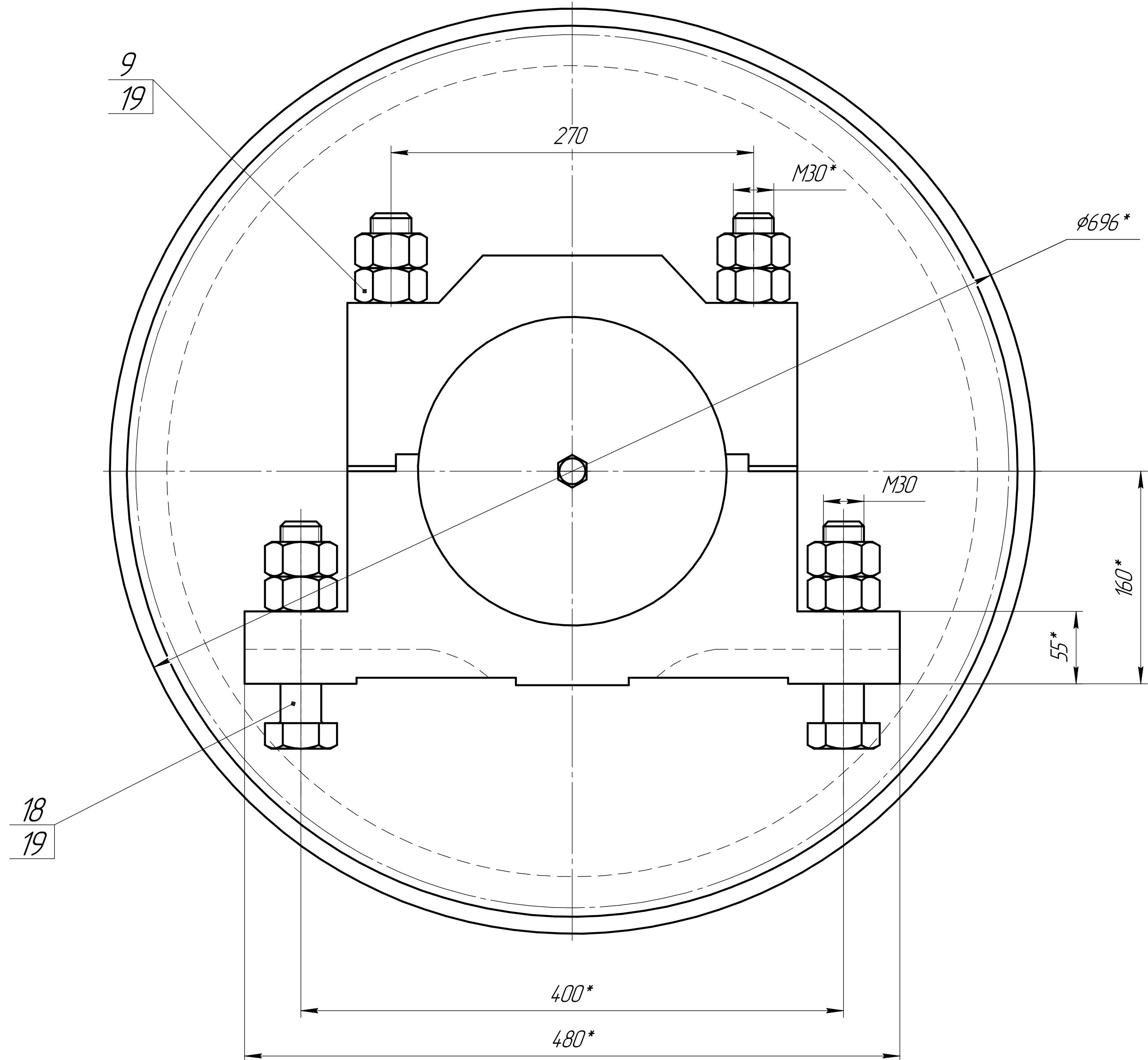
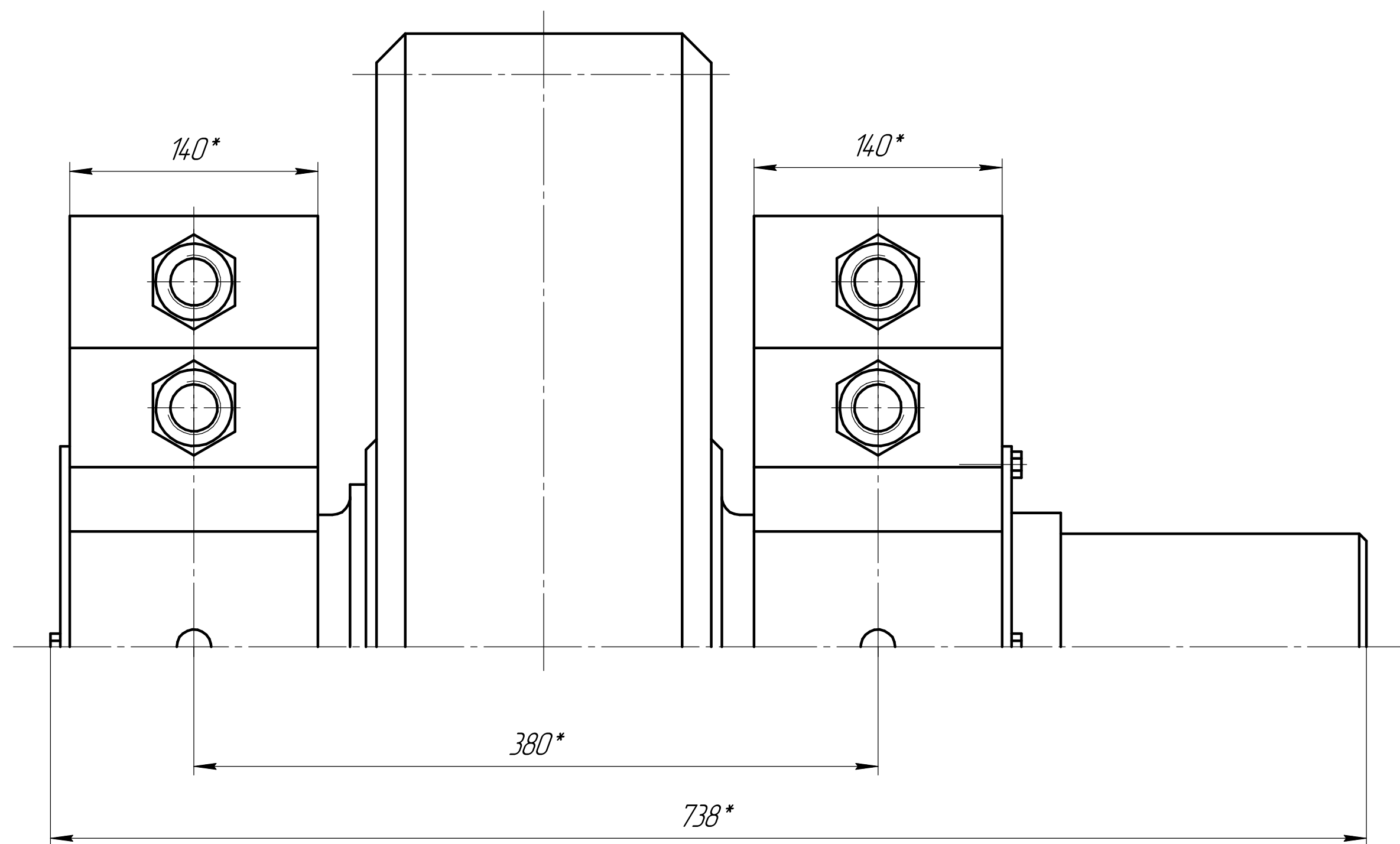
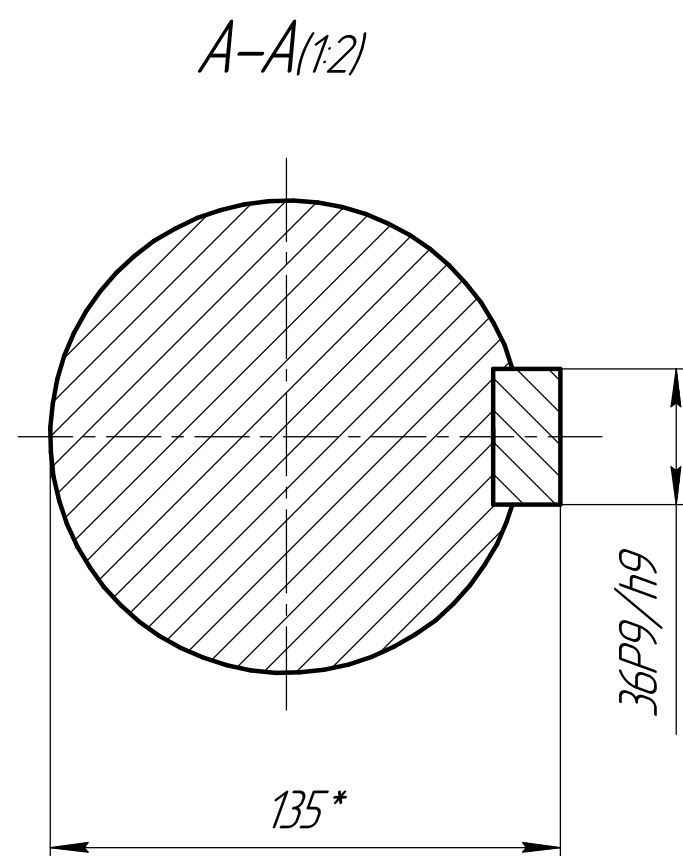
Формат А4

| Инв. № посл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дфл. | Подп. и дата |
|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
|              |              |              |             |              |

[illegible]

Копировал

Формат А4

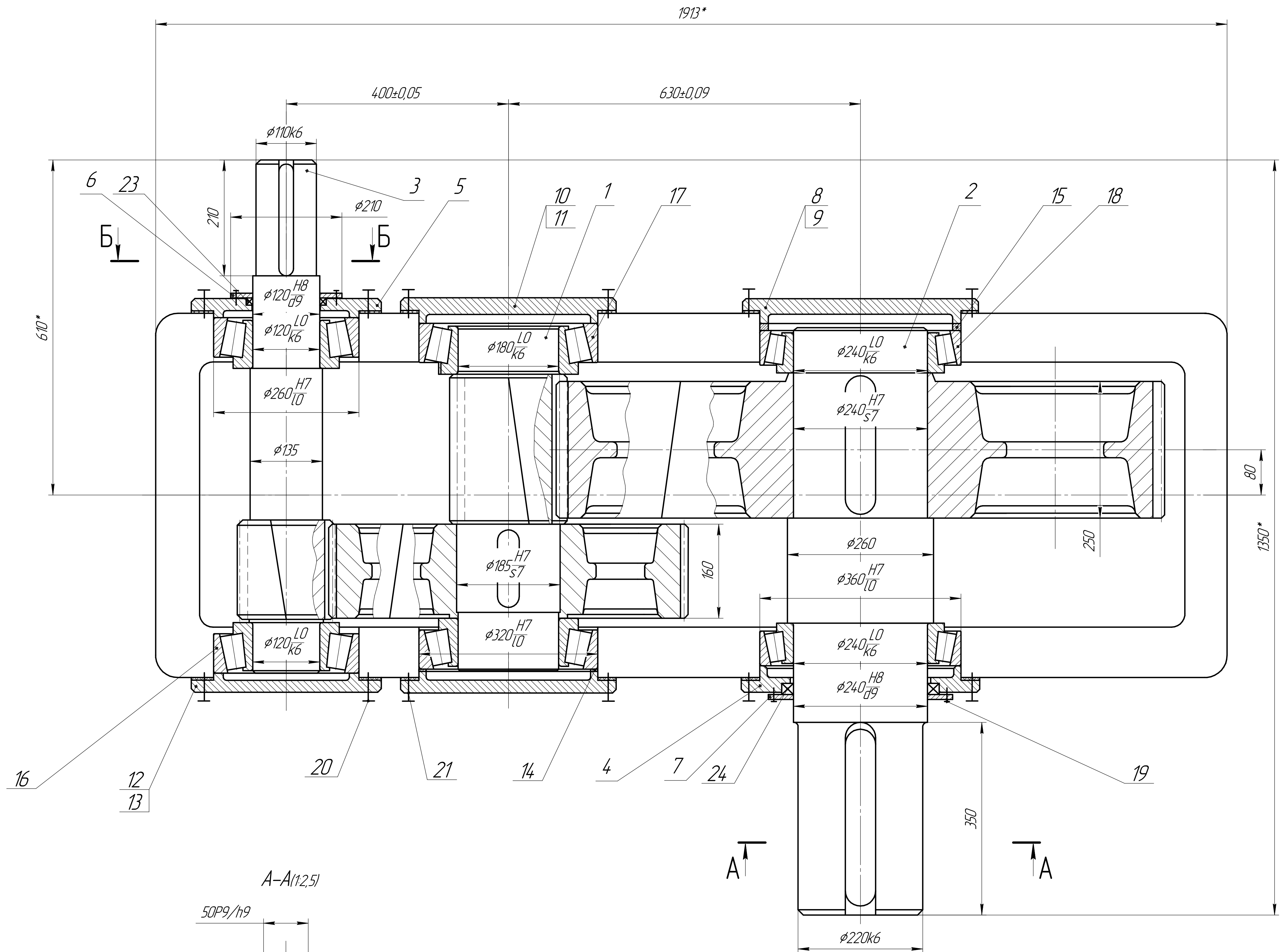
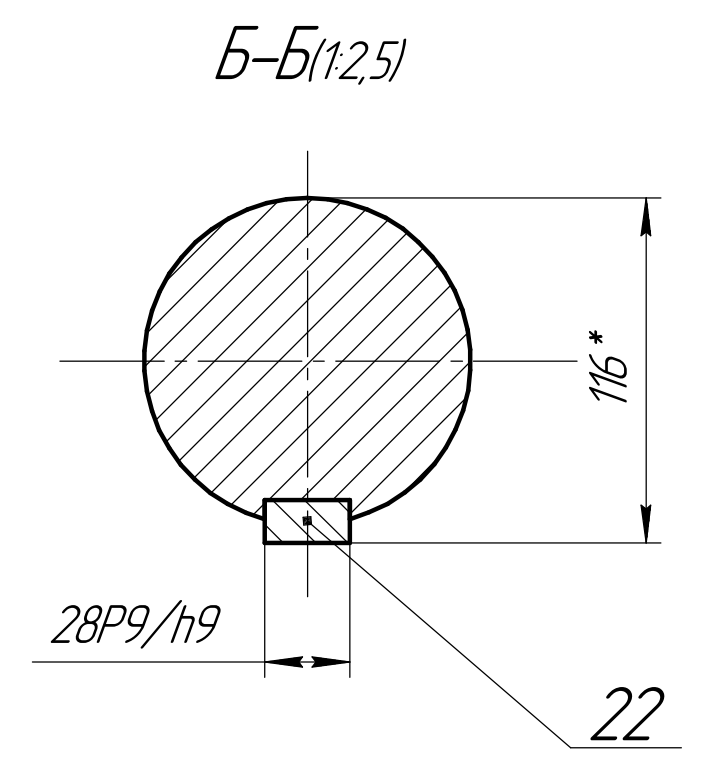
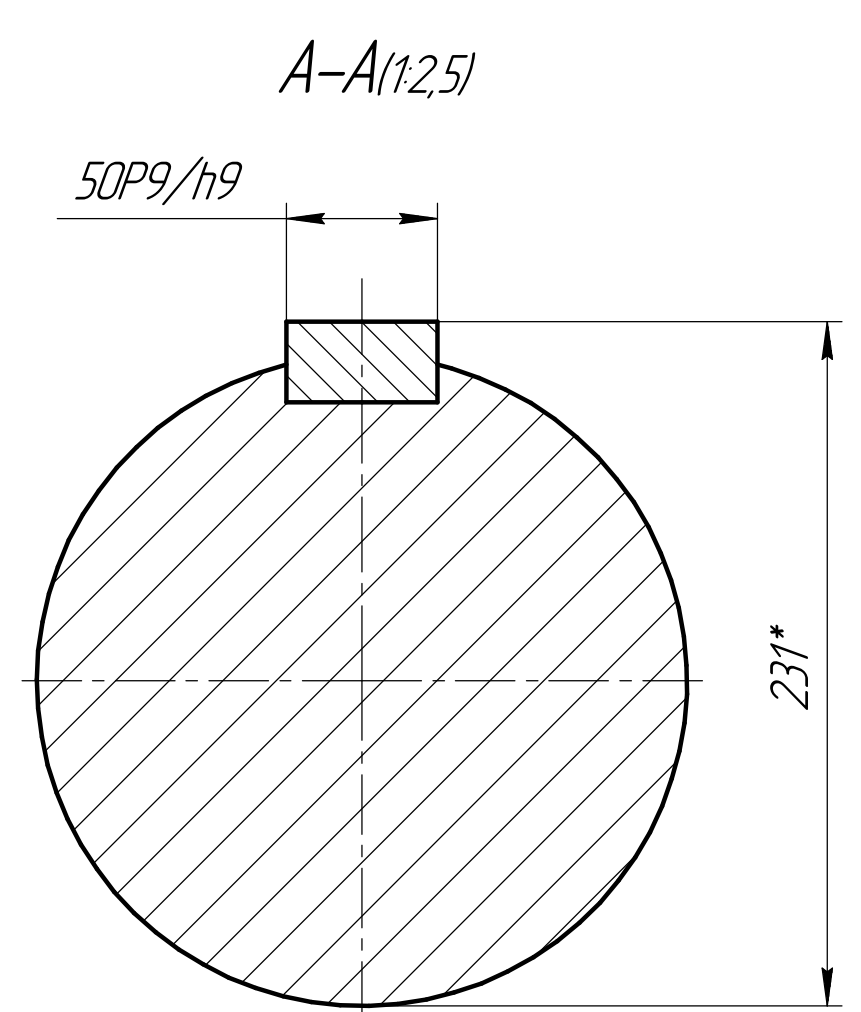


1\* Размеры для справок  
2. Заложить смазку Литол 24 ГОСТ 7163-84

|           |             |       |      |  |                   |                                                      |         |  |
|-----------|-------------|-------|------|--|-------------------|------------------------------------------------------|---------|--|
|           |             |       |      |  | ДП.022045.110 СК  |                                                      |         |  |
|           |             |       |      |  | Вал промежуточный |                                                      |         |  |
|           |             |       |      |  |                   |                                                      |         |  |
| Изм./Лист | № докум.    | Подп. | Дата |  | Лит.              | Масса                                                | Масштаб |  |
| Разраб.   | Коложнев    |       |      |  | Д                 | 601                                                  | 1:2,5   |  |
| Проб.     | Васильченко |       |      |  |                   |                                                      |         |  |
| Т.контр.  | Васильченко |       |      |  | Лист              | Листов                                               | 1       |  |
| И.контр.  | Васильченко |       |      |  |                   | МОНУ, ЭНУ,<br>ИНН им. Ю.М. Потеев,<br>г.р. 6.13.32-с |         |  |
| Утв.      | Власов      |       |      |  |                   |                                                      |         |  |

|                      |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
|----------------------|--------|----------|------|------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|------------|--------|
| Перв. примен.        | Формат | Зона     | Поз. | Обозначение      | Наименование                | Кол.                                                 | Примечание |        |
|                      |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
| Справ. №             | A1     |          |      | ДП.022045.120 СК | Документация                |                                                      |            |        |
|                      |        |          |      |                  | Сборочные единицы           |                                                      |            |        |
|                      |        |          | 1    |                  | Промежуточный вал редуктора | 1                                                    |            |        |
|                      |        |          | 2    |                  | Тихоходный вал редуктора    | 1                                                    |            |        |
|                      |        |          |      |                  | Детали                      |                                                      |            |        |
|                      |        |          | 2    |                  | Вал-шестерня                | 1                                                    |            |        |
|                      |        |          | 4    |                  | Крышка сквозная             | 1                                                    |            |        |
|                      |        |          | 5    |                  | Крышка сквозная             | 1                                                    |            |        |
|                      |        |          | 6    |                  | Крышка НР-120               | 1                                                    |            |        |
|                      |        |          | 7    |                  | Крышка НР-240               | 1                                                    |            |        |
|                      |        |          | 8    |                  | Крышка глухая               | 1                                                    |            |        |
|                      |        |          | 9    |                  | Прокладка                   | 2                                                    |            |        |
|                      |        |          | 10   |                  | Крышка глухая               | 1                                                    |            |        |
|                      |        |          | 11   |                  | Прокладка                   | 2                                                    |            |        |
|                      |        |          | 12   |                  | Крышка глухая               | 1                                                    |            |        |
|                      |        | 13       |      | Прокладка        | 2                           |                                                      |            |        |
|                      |        | 14       |      | Кольцо           | 1                           |                                                      |            |        |
|                      |        | 15       |      | Кольцо           | 1                           |                                                      |            |        |
| Подп. и дата         |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
|                      |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
| Взам. инв. №         |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
|                      |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
| Инв. № дубл.         |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
|                      |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
| Подп. и дата         |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
|                      |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
| Инв. № подл.         |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
|                      |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
|                      |        |          |      | ДП.022045.120    |                             |                                                      |            |        |
| Изм. Лист            |        | № докум. |      | Подп.            | Дата                        |                                                      |            |        |
| Разраб. Калужний     |        |          |      |                  |                             | Лит.                                                 | Лист       | Листов |
| Пров. Васильченко    |        |          |      |                  |                             | Д                                                    | 1          | 2      |
| Н.контр. Васильченко |        |          |      |                  |                             | МОНУ, ЗНУ,<br>ІННІ ім. Ю.М. Потебні,<br>гр. 6.1332-с |            |        |
| Утв. Власов          |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
| Редуктор ЦДН-630     |        |          |      |                  |                             |                                                      |            |        |
| Копировал            |        |          |      |                  |                             | Формат А4                                            |            |        |





Техническая характеристика

|                                  |  |                |
|----------------------------------|--|----------------|
| 1. Первая ступень:               |  |                |
| 11 Число зубьев шестерни, $z_1$  |  | 20             |
| 12 Число зубьев колеса, $z_2$    |  | 79             |
| 13 Передаточное число, $i$       |  | 3,95           |
| 14 Модуль, $m$                   |  | 8              |
| 15 Угол наклона зубьев $\beta$   |  | $8^{\circ}34'$ |
| 2. Вторая ступень:               |  |                |
| 21 Число зубьев шестерни, $z_1$  |  | 19             |
| 22 Число зубьев колеса, $z_2$    |  | 106            |
| 23 Передаточное число, $i$       |  | 5,58           |
| 24 Модуль, $m$                   |  | 10             |
| 25 Угол наклона зубьев $\beta$   |  | $7^{\circ}12'$ |
| 3. Общее передаточное число, $u$ |  | 22,04          |

Технические требования

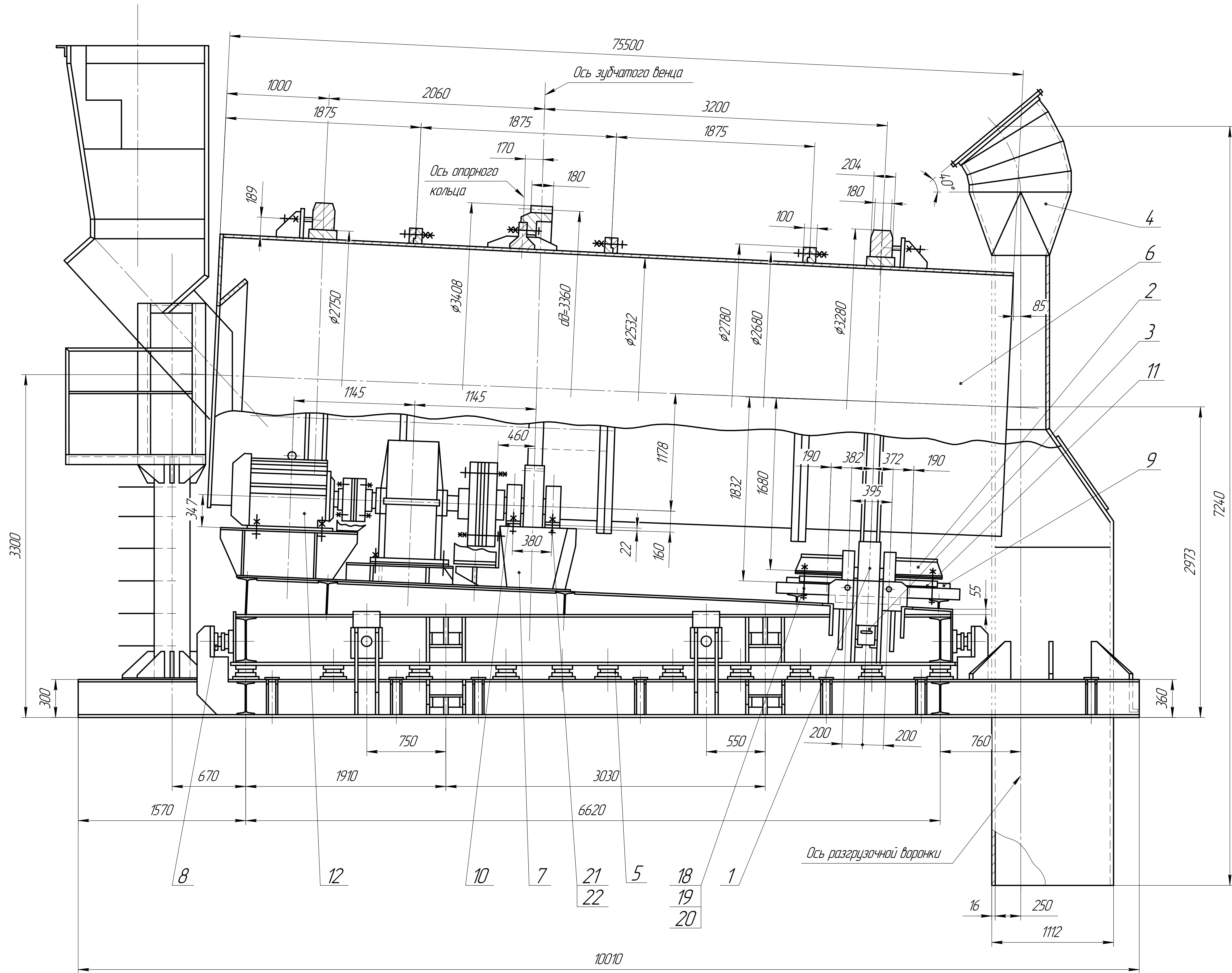
\* Размеры для справок

|                   |             |        |       |      |                                                 |        |         |
|-------------------|-------------|--------|-------|------|-------------------------------------------------|--------|---------|
| ЛП.02204.5.120 СК |             |        |       |      | Редуктор ЦДН-630                                |        |         |
| Изм.              | Лист        | № док. | Подп. | Дата | Лит.                                            | Масса  | Масштаб |
| Разраб.           | Васильченко |        |       |      | Д                                               | 3330   | 14      |
| Проб.             | Васильченко |        |       |      | Лист                                            | Листов | 1       |
| Т.контр.          | Васильченко |        |       |      | МОНУ, ЭНУ, ИНИИ им. Ю.М. Потеева, гр. 6.13.32-с |        |         |
| И.контр.          | Васильченко |        |       |      | Копировал                                       |        |         |
| Утв.              | Власов      |        |       |      | Формат А1                                       |        |         |

| Перв. примен. |  | Формат   | Зона        | Поз.     | Обозначение      | Наименование                     | Кол.                                                 | Примечание |
|---------------|--|----------|-------------|----------|------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|------------|
|               |  |          |             |          |                  | Документация                     |                                                      |            |
| Справ. №      |  | A1       |             |          | ДП.022045.500 СК | Сборочный чертеж                 |                                                      |            |
|               |  |          |             |          |                  | Сборочные единицы                |                                                      |            |
|               |  |          |             | 1        |                  | Узел опорного ролика             | 4                                                    |            |
|               |  |          |             | 2        |                  | Узел упорного ролика             | 2                                                    |            |
|               |  |          |             | 3        |                  | Ванна для уборки масла           | 1                                                    |            |
|               |  |          |             | 4        |                  | Газоотвод                        | 1                                                    |            |
|               |  |          |             | 5        |                  | Резинометаллические амортизаторы | 42                                                   |            |
|               |  |          |             | 6        |                  | Смесительный барабан             | 1                                                    |            |
|               |  |          |             | 7        |                  | Рама промежуточного вала         | 1                                                    |            |
|               |  |          |             | 8        |                  | Резинометаллические амортизаторы | 8                                                    |            |
|               |  |          |             | 9        |                  | Упор                             | 2                                                    |            |
|               |  |          |             | 10       |                  | Пакет прокладок под промвал      | 6                                                    |            |
|               |  |          |             | 11       |                  | Постель упорного ролика          | 2                                                    |            |
|               |  |          |             | 12       |                  | Электродвигатель                 | 1                                                    |            |
|               |  |          |             | 13       |                  | Рама электродвигателя            | 1                                                    |            |
|               |  |          |             | 14       |                  | Укрытие верхней рамы             | 1                                                    |            |
|               |  |          |             | 15       |                  | Стойка                           | 1                                                    |            |
|               |  |          |             | 16       |                  | Разгрузочная воронка             | 1                                                    |            |
|               |  |          |             | 17       |                  | Рама                             | 1                                                    |            |
| Подп. и дата  |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
|               |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
| Взам. инв. №  |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
|               |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
| Инв. № дубл.  |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
|               |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
| Подп. и дата  |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
|               |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
| Инв. № подл.  |  | Изм.     | Лист        | № докум. | Подп.            | Дата                             | ДП.022045.500                                        |            |
|               |  | Разраб.  | Калужний    |          |                  |                                  |                                                      |            |
| Инв. № подл.  |  | Пров.    | Васильченко |          |                  |                                  | Змішувачий барабан<br>L=7,5 м                        |            |
|               |  | Н.контр. | Васильченко |          |                  |                                  |                                                      |            |
| Инв. № подл.  |  | Утв.     | Власов      |          |                  |                                  | Лит. Лист Листов<br>Д 1 2                            |            |
|               |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
| Инв. № подл.  |  |          |             |          |                  |                                  | МОНУ, ЗНУ,<br>ІННІ ім. Ю.М. Потебні,<br>гр. 6.1332-с |            |
|               |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
| Инв. № подл.  |  |          |             |          |                  |                                  | Копировал                                            |            |
|               |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |
| Инв. № подл.  |  |          |             |          |                  |                                  | Формат А4                                            |            |
|               |  |          |             |          |                  |                                  |                                                      |            |

| Инв. № посл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              |              |              |              |              |

[illegible]



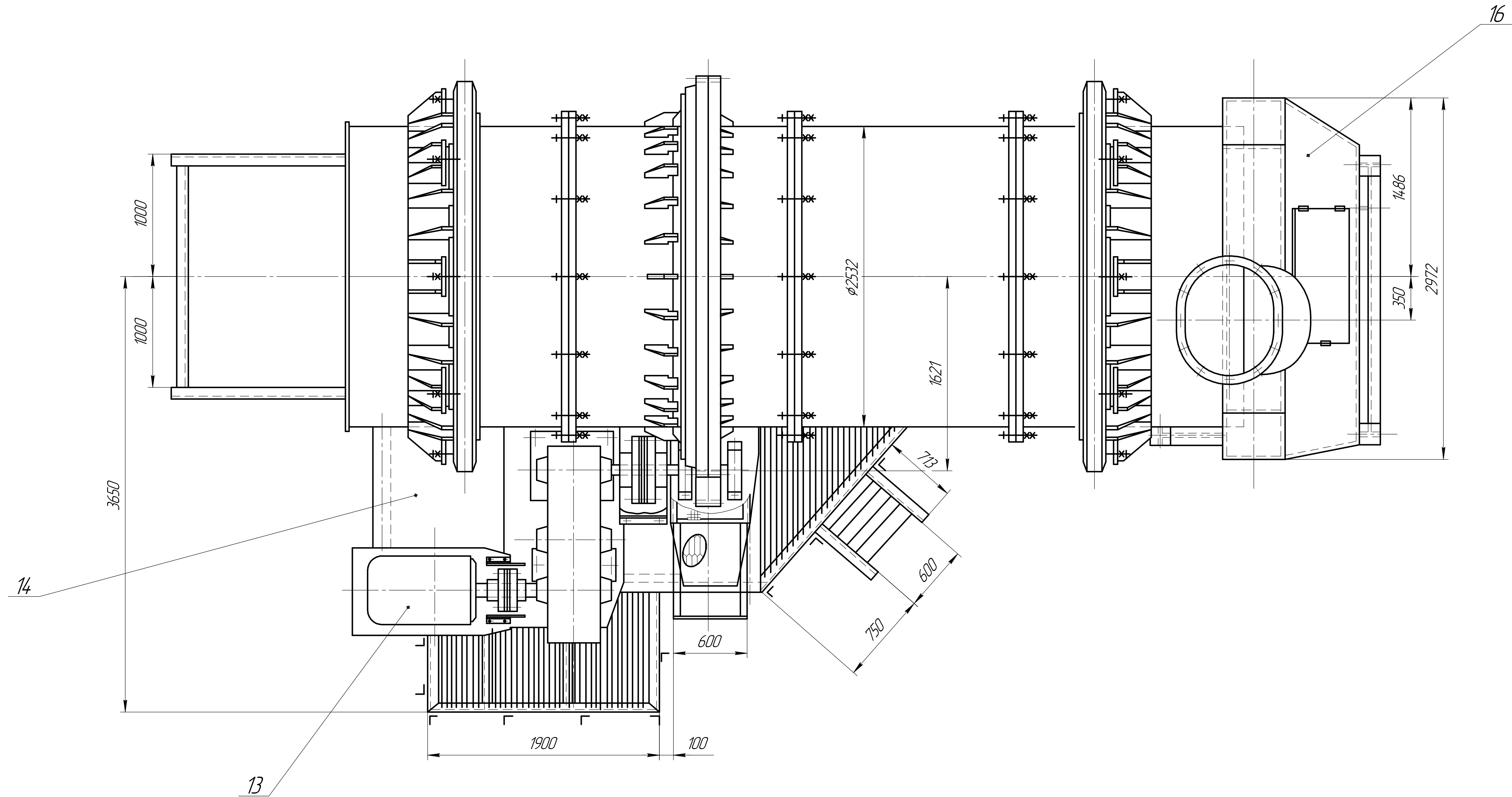
Техническая характеристика

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| 1. Число оборотов барабана, об/мин - | 848     |
| 2. Диаметр барабана (внутр), м -     | 2,5     |
| 3. Длина барабана, м -               | 7,5     |
| 4. Общее передаточное число, i -     | 116,144 |
| 5. Диаметр опорных роликов, мм -     | 600     |
| 6. Привод:                           |         |
| 6.1 Электродвигатель АО-94-6         |         |
| частота вращения, об/мин -           | 985     |
| мощность, кВт -                      | 75      |
| 6.2 Редуктор ЦДН-630-224-21          |         |
| передаточное число, i -              | 22,4    |
| масса редуктора, кг -                | 3330    |

Технические требования

- Размеры исполнительные.
- IT14.
- ± 2.
- Шероховатость поверхности кромок реза БЧ деталей - Ra50.
- Сварные швы по ГОСТ 5264-80.
- Сварку выполнить электродами типа Э-42 ГОСТ 9467-75.

|          |      |             |       |      |                                         |        |         |
|----------|------|-------------|-------|------|-----------------------------------------|--------|---------|
|          |      |             |       |      | ДП.02204.5.500 СК                       |        |         |
|          |      |             |       |      | Смесительный барабан                    |        |         |
|          |      |             |       |      | L=7,5 м                                 |        |         |
| Изм.     | Лист | № док-м     | Подп. | Дата | Лист                                    | Масса  | Масштаб |
| Разраб.  |      | Коложний    |       |      | Д                                       | 69217  | 120     |
| Проб.    |      | Васильченко |       |      |                                         |        |         |
| Т.контр. |      | Васильченко |       |      | Лист                                    | Листов | 1       |
| И.контр. |      | Васильченко |       |      | МОНУ, ЭНЧ                               |        |         |
| Утв.     |      | Власов      |       |      | ИНН им. Ю.М. Потемки,<br>г.р. 6.13.32-с |        |         |



Вариант установки привода с редуктором ЦДН-630

