

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний університет**  
**«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**  
**Навчально-науковий інститут нафти і газу**  
**Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики**

**РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ АСПРАЦІЇ ДІЛЯНКИ**  
**ЦУКРОЗАВОДУ В М. ЧЕРВОНОЗАВОДСЬКЕ З**  
**ЕЛЕМЕНТАМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**Пояснювальна записка**  
**до дипломної магістерської роботи**

**601-НТ**

Розробив студент гр. 601-НТ

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2023 р. \_\_\_\_\_ Півень А.А.

Керівник дипломного проекту

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2023 р. \_\_\_\_\_ к.т.н., проф. Голік Ю.С.

Допустити до захисту:

завідувач кафедри "Теплогазопостачання,

вентиляції та теплоенергетики" \_\_\_\_\_ к.т.н., проф. Голік Ю.С.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2023 р.

2023 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки України

29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.01

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 144 Теплоенергетика

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

теплогазопостачання, вентиляції

та теплоенергетики

Ю.С.Голік

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

*Півень Андрій Анатолійович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **«Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження»**

керівник проекту (роботи) ***проф., к.т.н. Голік Ю.С.***

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу

від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15 січня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

3.1. Архітектурно-будівельні креслення ділянки цукрозаводу

3.2. Технологічна схема процесу переробки сировини

3.3. Загальна характеристика виробництва цукру

3.4. Особливості будівельних конструкцій

3.5. Аналіз існуючих системи вентиляції та аспірації виробничої ділянки

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

1. Вибір кліматичних даних .
  2. Вибір параметрів внутрішнього повітря приміщень.
  3. Розрахунки тепловтрат та теплонадходжень приміщеннями.
  4. Складання теплового балансу приміщень.
  5. Аналіз технологічного процесу виробництва цукру
  6. Визначення повітрообміну по боротьбі з газовими забруднюючими речовинами
  7. Визначення повітрообміну по боротьбі з теплонадлишками
  8. Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції.
  9. Розрахунок та підбір вентиляційного обладнання.
  10. Підбір пилогазоочисного обладнання
  11. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря при потребі.
  12. Заходи з енергозбереження в системах вентиляції.
  13. КВП та автоматика вузлу управління системи аспірації
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Генплан підприємства.
  2. План схема розташування підприємства.
  3. Розрізи будівлі з розміщенням технологічного та вентиляційного обладнання
  4. Аксонометричні схеми систем вентиляції та аспірації.
  5. ПГОУ (прив'язка до конструкцій).
  6. Результати розрахунків розсіювання забруднюючих речовин.
  7. Результати розрахунків розсіювання викидів забруднюючих речовин в атмосферу

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ   | Прізвище,<br>ініціали та посада<br>консультанта | Підпис, дата      |                     |
|----------|---|-------------------|---------------------|
|          |   | завдання<br>видав | завдання<br>прийняв |
| екологія |   |                   |                     |

7. Дата видачі завдання «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)    | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|---|---|----------|
| 1     | Вибір кліматичних даних                     | 10.09.2023                              |          |
| 2     | Вибір параметрів внутрішнього повітря       | 13.09.2023                              |          |
| 3     | Теплотехнічний розрахунок конструкцій       | 20.09.2023                              |          |
| 4     | Розрахунок тепловтрат                       | 30.09.2023.                             |          |
| 5     | Розрахунок системи вентиляції               | 07.11.2023.                             |          |
| 6     | Схеми систем очищення                       | 10.11.2023.                             |          |
| 7     | Оцінка впливу викидів на атмосферне повітря | 20.12.2023.                             |          |
| 8     | Підбір вентиляційного обладнання            | 20.12.023.                              |          |
| 9     | Підбір очисного обладнання                  | 26.12.2023.                             |          |
| 10    | Розробка креслень                           | 10.01.2024.                             |          |
| 11    | Розробка матеріалів пояснювальної записки   | 27.12.2023                              |          |
| 12    | Перевірка роботи на плагіат                 | 29.12.2023                              |          |
|       |   |   |          |

Студент \_\_\_\_\_ **Півень А.А.**  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_ **Ю.С. Голік**  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

|  |      |
|--|------|
|  | стор |
| ЗМІСТ.....   | 2    |
| ВСТУП.....   | 4    |
| <b>Розділ 1</b> Аналіз літературних джерел.....  | 8    |
| 1.1 Огляд типів систем вентиляції та очисного обладнання.....  | 8    |
| 1.2 Буряковий жом, характеристика та використання.....   | 14   |
| <b>Розділ 2</b> Характеристика підприємства, як джерела забруднення повітряного середовища .....       | 21   |
| 2.1 Аналіз технологічного процесу виробництва цукру.....   | 21   |
| 2.1.1 Загальна характеристика виробництва цукру.....   | 21   |
| 2.1.2 Стисла технологічна характеристика роботи жомосушильного та грануляційного відділень заводу..... | 24   |
| 2.2 Тепловий баланс приміщень.....   | 30   |
| 2.2.1 Тепловитрати.....  | 30   |
| 2.2.2 Теплонадходження.....  | 33   |
| 2.2.3 Складання теплового балансу.....   | 40   |
| <b>Розділ 3</b> Вентиляція.....  | 42   |
| 3.1 Вибір мікрокліматичних параметрів.....   | 42   |
| 3.2 Визначення повітрообміну по боротьбі з газовими забруднюючими речовинами.....                      | 44   |
| 3.3 Визначення повітрообміну по боротьбі з теплонадлишками.....  | 47   |
| 3.4 Загальнообмінна механічна вентиляція.....  | 52   |
| 3.4.1 Припливна загальнообмінна механічна система вентиляції.....                                      | 52   |
| 3.4.2 Аеродинамічний розрахунок загальнообмінної припливної системи П1.....                            | 52   |
| 3.4.3 Аеродинамічний розрахунок загальнообмінної припливної системи П2.....                            | 58   |
| 3.5 Підбір вентиляторів.....   | 61   |
| 3.6 Розрахунок аерації (загальнообмінної природної вентиляції).....                                    | 63   |
| <b>Розділ 4</b> Аспірація.....   | 64   |
| 4.1 Аеродинамічний розрахунок систем аспірації АС-1, АС-2, АС-3.....                                   | 64   |
| 4.2 Підбір вентиляторів.....   | 74   |

|              |             |          |        |      |  |  |  |  |      |         |
|--------------|-------------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|---------|
|              |             |          |        |      | 601-НТ 16164   |  |  |  |      |         |
| Змн.         | Арк.        | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |         |
| Розроб.      | Півень А.А. |          |        |      | <b>Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження</b> |  |  | Літ.   | Арк. | Аркушів |
| Перевір.     | Голік Ю.С.  |          |        |      |  |  |  |  | 2    | 107     |
| Зав. кафедри | Голік Ю.С.  |          |        |      |  |  |  | Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, кафедра ТГВ та Т |      |         |

|   |            |
|---|------------|
| 4.3 Заходи з енергозбереження в системах вентиляції.....  | 75         |
| 4.4 КВП та автоматика вузлу управління системи аспірації.....   | 77         |
| <b>Розділ 5</b> Оцінка величин викидів та впливу на атмосферне повітря.....                                 | 86         |
| 5.1 Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від теплогенератора сушильної установки POL-25..... | 86         |
| 5.2 Умови проведення та результати розрахунків розсіювання викидів забруднюючих речовин в атмосфері.....    | 92         |
| 5.3 Оцінка ризику впливу планованої діяльності на природне середовище.....                                  | 95         |
| <b>ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....</b>  | <b>104</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>  | <b>106</b> |

|                     |             |                    |               |             |  |   |             |                |
|---------------------|-------------|--------------------|---------------|-------------|--|---|-------------|----------------|
|                     |             |                    |               |             | 601-НТ 16164   |   |             |                |
| <i>Змн.</i>         | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i>    | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |  |   |             |                |
| <i>Розроб.</i>      |             | <i>Півень А.А.</i> |               |             | <b>Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження</b> | <i>Літ.</i>   | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перевір.</i>     |             | <i>Голік Ю.С.</i>  |               |             |  |   | 3           | 107            |
| <i>Зав. кафедри</i> |             | <i>Голік Ю.С.</i>  |               |             |  | <i>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка, кафедра ТГВ та Т</i> |             |                |

## ВСТУП

На сьогоднішній день харчова промисловість України забезпечує внутрішній споживчий ринок якісними продуктами харчування майже на 90%.

Крім того, галузь відіграє надзвичайно важливу роль у зовнішній торгівлі країни, формуючи понад 50% зовнішньоторговельного обороту продукції АПК України.

«До харчової промисловості належать понад 40 галузей та виробництв, а промислове виробництво харчових продуктів здійснюють понад 5000 підприємств, які виробляють широкий асортимент продуктів харчування. Щороку прямі іноземні інвестиції у харчову промисловість становлять близько \$3 млрд, а це понад 25% від загальних прямих іноземних інвестицій у промисловість країни».

У 2021 році цукрові буряки вирощували у 18 областях України, основні посіви були зосереджені у 13 областях (понад 90%). Найбільші площі під цю культуру відвели такі області:

- Вінницька (44,8 тис. га);
- Полтавська (26,9 тис. га);
- Хмельницька (27,2 тис. га);
- Тернопільська (22,9 тис. га).

Посівні площі під цукрові буряки у 2021 році становили 220,6 тис. га, що становило 90,2% до прогнозу Мінагрополітики України (прогноз — 244,5 тис. га). Посівна площа у 2021 році зменшилась на 55,2 тис. га по відношенню до рівня 2020 року (275,8 тис. га).

Середній вихід цукру по Україні у 2021/22 МР склав 15,13%, що на 1,59% вище, ніж у 2019/20 МР (13,54%). Найбільший показник виходу цукру було зафіксовано у таких областях: Житомирська (15,73%), Полтавська (15,70%), Вінницька (15,65%) та Тернопільська (15,48).

Найбільший вихід серед цукрових заводів показав ПК «Зоря Поділля» (Гайсинський цукровий завод, Вінницька обл.) – 16,28%.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 4    |

Виробництво цукру в 2021/22 МР становило 1,48 млн т, що на 0,34 млн т менше, ніж у 2019/20 МР (1,82 млн т).

За 2021/22 МР на 9 підприємствах вироблено цукру з цукрових буряків по 50 тис. т і більше, з них на 3 заводах – по 100 тис. т і більше.

Найбільше виробив цукрозавод «ПК «Поділля» (Крижопільський цукровий завод, Вінницька обл.) — 117 тис. т, переробивши при цьому 740 тис. т цукрових буряків, вихід цукру становив 15,78%. Трохи менше виробив Гайсинський цукровий завод «ПК «Зоря Поділля» — 111 тис. т, переробивши 684 тис. т цукрових буряків. Обидва заводи входять до структури «Укрпромінвест Агро».

Найбільшими виробниками цукру в 2019/20 МР були:

"Астарта-Київ" (301,5 тис. т);

Радехівський цукор (296,4 тис. т);

"Укрпромінвест Агро" (228,0 тис. т). [1]

Незважаючи на суттєвий технологічний прогрес у галузі, залишається актуальною проблема забруднення повітря у виробничих приміщеннях. У виробничих приміщеннях повітря забруднюється різними сторонніми домішками: шкідливими речовинами, пилом. Ці виділення створюють несприятливі умови для працюючих та можуть стати причиною захворювання.

Турбота про добре самопочуття робітників у закритих виробничих приміщеннях, сприяє збереження їх здоров'я та високої працездатності. У цукровій промисловості основними шкідливими факторами є мікроклімат, шумовий вплив, та вплив шкідливих та небезпечних речовин на організм людини.

Метою цієї роботи є реконструкція наявної системи очищення відхідних газів від жомосушарки, ділянки сушки жому цукрозаводу в м.Червонозаводське

Були поставлені такі завдання:

1. Вибір кліматичних даних для м.Червонозаводське.
2. Вибір мікрокліматичних параметрів.
3. Розрахунки тепловтрат приміщеннями.

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 601-НТ | 16164 | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |        |       | 5    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |        |       |      |



*Методами дослідження є методи, які можуть вірно відобразити реальний техніко - економічний аналіз роботи системи аспірації.*

*Практичне значення одержаних результатів.*

Робота має практичне значення для підвищення ефективності роботи вентиляційного обладнання та зменшення рівня забруднення атмосферного повітря.

*Структура і обсяг магістерської роботи.*

Робота складається зі вступу, п'яти розділів основної частини, висновків, та списку використаних літературних джерел. Повний обсяг роботи складає 107 сторінок, 13 ілюстрацій, 23 таблиці, перелік використаних джерел. Графічна частина виконана в об'ємі 12 аркушів.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
|      |      |          |        |      |        |       | 7    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       |      |

# Розділ 1

## Аналіз літературних джерел

### 1.1 Огляд типів систем вентиляції та очисного обладнання

Вентиляцією називається організований та регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря та подачу на місце видаленого свіжого чистого повітря. Основним завданням вентиляції є забезпечення чистоти повітря та заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. Вентиляція досягається видаленням забрудненого або нагрітого повітря з приміщення та подачею до нього свіжого повітря.

За способом переміщення повітря розрізняють такі види вентиляції: вони бувають з *природним спонуканням (природною)* і з *механічним (механічною)*. Також, можливе поєднання природної та механічної вентиляції (*змішана вентиляція*).

Вентиляція буває різною: *припливною, витяжною або приточно-витяжною* залежно від того, для чого служить система вентиляції, (для подачі (припливу) або видалення повітря з приміщення або (і) для того і іншого одночасно). За місцем дії вентиляція буває *загальнообмінною та місцевою*.

Дія загальнообмінної вентиляції заснована на розведенні забрудненого, нагрітого, вологого повітря приміщення свіжим повітрям до гранично допустимих норм. Найчастіше цю систему вентиляції застосовують у випадках, коли шкідливі речовини, волога, теплота виділяються по всьому приміщенню поступово. За такої вентиляції забезпечується підтримання необхідних параметрів повітряного середовища у всьому об'ємі приміщення.

Повітрообмін у приміщенні можна значно скоротити, якщо вловлювати шкідливі речовини у місцях їх виділення. З цією метою технологічне обладнання, що є джерелом виділення шкідливих речовин, обладнують спеціальними пристроями, від яких проводиться відсмоктування забрудненого повітря. Прикладом такої вентиляції є місцева витяжка. Місцева вентиляція

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 8    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

порівняно із загальнообмінною вимагає значно менших витрат за будову та експлуатацію.

У виробничих приміщеннях, в яких можливе раптове надходження у повітря робочої зони великої кількості шкідливих газів та пилу, поряд з робочою передбачається влаштування аварійної вентиляції.

*Природна вентиляція.* При природній вентиляції (аерації) повітрообмін у будівлі відбувається внаслідок різниці частки повітря зовні та всередині будівлі та впливу вітру.

Температура повітря всередині виробничого приміщення внаслідок виділення тепла обладнанням, нагрітим металом, людьми, зазвичай буває вище за температуру зовнішнього повітря. Значить, питома вага повітря всередині цеху менше питомої ваги атмосферного повітря. Повітряний потік входить через відкриті вікна та двері всередину приміщення в нижній частині будівлі та витісняє назовні легше тепле повітря з верхньої частини будівлі через вікна та ліхтарі.

Під час обдування будівлі вітром з навітряного боку утворюється підвищений тиск повітря, а на завітряній стороні будівлі – розрідження.

При одночасному та спільній дії вітру та різниці температур шляхом регулювання ступеня відкриття стулок у різних частинах будівлі можна здійснити повітрообмін великої кратності (15-20 кратний) на годину взимку та кратністю до 50 влітку.)

Повітря, проходячи через все приміщення, створює в ньому спільний повітрообмін. Такий повітрообмін, при якому вентилюється все приміщення називається загальнообмінною або загальною вентиляцією, а організований та керований повітрообмін з використанням, природних природних сил (тиску вітру і теплового напорю) - аерацією.

*Механічна вентиляція.* При механічній вентиляції повітрообмін досягається за рахунок різниці тисків, створюваної вентилятором, який наводиться рух електродвигуном.

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

Механічна вентиляція застосовується у випадках, коли тепловиділення у цеху недостатні для цілорічного використання аерації, а також, якщо кількість або токсичність приміщення, що виділяються в повітря, шкідливих речовин потрібно підтримки постійного повітрообміну незалежно від зовнішніх метеорологічних умов.

При механічній вентиляції повітря майже завжди піддається попередньої обробки. Взимку припливне повітря підігрівається, а в літній період охолоджується. У необхідних випадках повітря зволожується або осушується. Якщо повітря, що видаляється механічною вентиляцією, запилене або містить у великій кількості шкідливі гази та пари, він піддається очищенню.

Вентиляція, що подає повітря тільки на певні місця, у певних обсягах, певної температури або з певними швидкостями носить назву місцевої припливної, а вентиляція, що відсмоктує забруднене повітря безпосередньо від місця, де є шкідливі виділення називається місцевою витяжною вентиляцією.

На виробництві часто влаштовують комбіновані системи вентиляції (загальнообмінну з місцевою, загальнообмінну з аварійною тощо). Для ефективної роботи системи вентиляції важливо, щоб ще на стадії проектування було виконано такі технічні та санітарно-гігієнічні вимоги.

Кількість припливного повітря має відповідати кількості що видаляється (витяжки); різниця між ними має бути мінімальною. У ряді випадків необхідно так організувати повітрообмін, щоб одна кількість повітря обов'язково було більше за інше. Наприклад, при проектуванні вентиляції двох суміжних приміщень, в одному з яких виділяються шкідливі речовини. Кількість повітря, що видаляється з цього приміщення, повинно бути більше кількості припливного повітря, внаслідок чого у приміщенні створюється невелике розрідження. Можливі такі схеми повітрообміну, коли у всьому приміщенні підтримується надлишковий тиск по відношенню до атмосферного [2].

Припливні та витяжні системи у приміщенні повинні бути правильно розміщені. Свіже повітря необхідно подавати в ті частини приміщення, де кількість шкідливих речовин мінімальна, а видаляти, де виділення максимальні.

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

Приплив повітря повинен проводитися, як правило, у робочу зону, а витяжка (з верхньої зони приміщення).

Система вентиляції не повинна викликати переохолодження або перегрівання працюючих.

Система вентиляції не повинна створювати шум на робочих місцях, що перевищує гранично допустимі рівні.

Система вентиляції повинна бути електро-, пожежо- та вибухобезпечна, проста по пристрої, надійна в експлуатації та ефективна, що у свою чергу залежить від правильного вибору повітроочисного обладнання.

Пил є головною шкідливою речовиною, яка впливає на працівників цукрової промисловості, тому важливо та необхідно очищати від неї, як повітря робочої зони так і гази, що викидаються в атмосферу.

Використовується різноманітна апаратура для очищення газів від пилу. Як правило для відведення газів для підприємства використовують високі труби.

Існує багато різних методів очищення повітря від пилу. Наприклад, «сухі» механічні пиловловлювачі ділять на три групи:

- пилоосаджувальні камери, принцип роботи яких основа на дії сили тяжіння (гравітаційної сили);
- інерційні пиловловлювачі, принцип роботи яких заснований на дії сили інерції;
- циклони, батарейні циклони, що обертаються пиловловлювачі принцип роботи яких ґрунтуються на дії відцентрової сили;

Пилоосаджувальна камера є пустотілим або з горизонтальними полицями у внутрішній порожнині прямокутний короб, у нижній частині якого є отвір або бункер для збирання пилу. Швидкість газу в камерах становить 0,2 - 1,5 м/с, гідравлічний опір 50 – 150 Па. Пилоосаджувальні камери придатні для вловлювання великих частинок (розміром щонайменше 50 мкм). Ступінь очищення газу в камерах не перевищує 40-50 відсотків.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 11   |

Перегородки в інерційних пиловловлювачах встановлюють для зміни напрямку руху газів. Газ в інерційний апарат надходить зі швидкістю 5 – 15 м/с. Пилові частки, прагнучи зберегти напрямок руху після зміни напрямку руху потоку газів, осаджуються в бункер. Ці апарати відрізняються від звичайних пилоосаджувальних камер великим опором та високим ступенем очищення газу.

При виборі апарата очищення від пилу перевага надається відцентровим циклонам, що виконують роль пиловловлюючого апарату. Ефективність уловлювання пилу в циклонах підвищується із зменшенням діаметра корпусу, але при цьому знижується їхня пропускна здатність. Для забезпечення відповідної продуктивності пневмотранспортної установки невеликі циклони групують у батарею, коефіцієнт пиловловлення якої становить 0,76 - 0,85 і дещо підвищується з збільшенням вхідної швидкості (з 11 до 23 м/с). Використання замість циклонів вихрових пиловловлювачів забезпечує вловлювання частинок пилу розміром 5 – 7 мкм.

Для попереднього очищення газів рекомендується використовувати циклони та встановлювати перед високоефективними апаратами (наприклад, фільтрами або електрофільтрами) очищення.

Основні елементи циклонів – корпус, вихлопна труба, бункер. Газ надходить у верхню частину корпусу через вхідний патрубок, приварений до корпусу тангенційно. Під дією відцентрової сили відбувається вловлювання пилу, що виникає при русі газу між корпусом і вихлопною трубою. Уловлений пил зсипається в бункер, а очищений газ викидається через вихлопну трубу.

Крім вище перерахованих апаратів, існують «сухі» пористі фільтри та електрофільтри.

Для очищення запилених газів все більшого поширення набуває на останніх ступенях сухе очищення рукавними фільтрами. Ступінь очищення газів у них за дотримання правил технічної експлуатації досягає 99,9%.

Як фільтрувальні матеріали застосовують тканини з природних волокон (вовняні, рідко бавовняні), із синтетичних (нітронові, лавсанові,

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

поліпропіленові та інші), а також склотканини. Для фільтрувальних тканин найбільш характерним є саржеве переплетення. Застосовують також неткані матеріали – фетри, виготовлені сволоченням вовни та синтетичних волокон.

Фільтри рукавні складаються з корпусу з роздільною плитою, фільтрувальних елементів, клапанних секцій з трубами, що роздають забезпечення регенерації рукавів імпульсами стиснутого повітря. В процесі фільтрації запилений газ проходить через тканину закритих знизу рукавів всередину виходить через верхній колектор і видаляється з апарата. Кожен рукав у фільтрі натягнутий на жорсткий каркас та закріплений на верхній решітці.

Метод електроосадження (уловлювання пилу в електричному полі) полягає в наступному. Частилки пилу (або крапельки вологи) спочатку одержують заряд від іонів газу, які утворюються в електричному полі високої напруги, а потім рухаються до заземленого осаджувального електроду. Потрапивши на заземлений уловлювач, частки прилипають і розряджаються. Коли осаджувальний електрод обростає шаром частинок, вони струшуються під впливом вібрації та збираються у бункері.

При очищенні газів від частинок пилу та переробці газоподібних відходів успішно застосовують мокре пиловловлення, суху і наступну мокру стадію очищення. Розвинена поверхня контакту фаз сприяє збільшенню ефективності пиловловлення. У промисловості використовують мокрі пиловловлювачі крапельного, плівкового та барботажного типів. Конструктивно апарати можуть бути порожнистими, тарілчастими, механічними та ударно- інерційної дії, а також швидкісного типу (трубки Вентурі та інші інжектори).

Скрубери (газопромивачі). При об'ємно - рідинному способі потік запиленого газу пропускають через певний об'єм рідини. Для цієї мети використовують пінні пиловловлювачі з провальними тарілками або тарілчасті скрубери, ефективність яких може досягати 90 - 95%.

Для очищення або знешкодження газоподібних відходів або технологічних газів з метою вилучення з них супутніх (корисних) газоподібних

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 13   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

компонентів широко використовують метод абсорбції. Абсорбція заснована на безпосередній взаємодії газів з рідинами. Виділяють фізичну абсорбцію, засновану на розчиненні газу в рідині, та хемосорбцію, в основі якої лежить хімічна реакція між газом та рідким поглиначем [3].

## 1.2 Буряковий жом, характеристика та використання

У технології виробництва цукру на етапі отримання дифузійного соку відділяється буряковий жом, який подається грабельним транспортером на жомові преси, а після них - на жомосушильні барабани у жомосушильне відділення і, далі за технологією, в грануляційне відділення. Тут виробляється сирий, сухий і гранульований жом. Буряковий жом – цінний кормовий продукт, який повністю використовується у народному господарстві.

Жом, це знецукрована бурякова стружка, що містить близько 6,0-7,5 % сухих речовин, у тому числі 0,2-0,4 % цукру. Вихід жому залежно від типу дифузійного апарату, при вмісті в сирому жому 8% сухих речовин, становить 65-70% маси буряка.

Буряковий жом є побічним продуктом процесу виробництва бурякового цукру і займає основну масову частку продуктів процесу (80% від маси перероблених цукрових буряків із вмістом сухих речовин близько 6,5%).

Напрями використання бурякового жому:

*кормове* - згодовування тваринам у свіжому та консервованому вигляді, виробництво сушеного жому та вуглеводно-білкових добавок;

*харчове* – виробництво пектину, харчових волокон;

*технічне* – виробництво пектинового клею.

За кордоном основну кількість бурякового жому, як і в нашій країні, використовують на корм худобі. У деяких країнах (США, Франція) з жому отримують метан, що використовується як паливо. У Чехії сушений жом подрібнюється, поділяється на фракції та використовується як наповнювач харчових продуктів для зниження калорійності, у Польщі у великих масштабах

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 14   |

жом використовується для виробництва харчових волокон. В Італії знайшли застосування сушеного жому при виробництві паперу як наповнювач.

За своєю поживною цінністю жом займає середнє місце між сіном та вівсом і тому є хорошим кормом для худоби. У його сухих речовинах міститься до 50% пектинових речовин, близько 47% целюлози та геміцелюлози, 2% білка, 1% золи, а у воді є цукор, органічні кислоти, вітаміни та мікроелементи.

Буряковий жом згодують худобі свіжою або кислою після зберігання в жомосховищах або сушеному вигляді.

Свіжий жом використовується в першу чергу для відгодівлі бичків. Добова норма – 50-60 кг на голову, а великою твариною до 76 кг. Щоденний раціон молочних корів може містити 20-30% свіжого жому.

Для м'ясних корів кількість доданого корму жому може бути збільшено до 50% на добу. Одна молочна корова на рік може споживати до 5 т бурякового жому.

Рекомендовані норми жому в раціоні молочної худоби (кг)

Таблиця 1.1

| Найменування жому | При виробництві молока | При маслоробстві | При сироробстві |
|-------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| Свіжий            | 35                     | 30               | 16              |
| Силосований       | 16                     | 20               | 8               |
| Сушений           | 5                      | 3,5              | 2               |

Жом складається з вуглекислих гідратів, тому засвоюваність органічних речовин досить висока. Так, органічні речовини цукрових буряків засвоюються на 89%, а жому на 86%, хоча вміст сирих волокон підвищується від 5 до 20% сухій речовині, тобто. у 4 рази. Сирі волокна містять 1/3 пектину і лише 5% лігніну. Пектини засвоюються на 100%, причому 80% їх розщеплюються в передшлунку. Важливо те, що жом є єдиним кормом, який містить понад 20% грубих волокон, його енергія становить 12 МДж на 1 кг сухої маси.

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  | 15   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |  |      |

Зі 100 кг сухих речовин свіжого жому тваринами засвоюється близько 70 кг, а зі 100 кг кислого жому – 50 кг. Тому економічно вигідно сушити свіжий жом. При цьому значно покращується його транспортабельність.

Таким чином, жом - це корм, енергетично багатий, щадний для травного тракту тварини, добре консервований, багатий на сирі волокна і кальцій і підвищує ефект годування.

Кормова цінність сільгоспкультур при формуванні кормових раціонів для молочного поголів'я та відгодівлі великої рогатої худоби

Таблиця 1.2

| Найменування с/г культур | Енергія | Білок | Амінокислоти | Сума   |
|--------------------------|---------|-------|--------------|--------|
| Силос кукурудзяний       | 9,73    | 2,44  | 19,10        | 31,27  |
| Жом сухий                | 11,66   | 7,55  | 25,55        | 44,76  |
| Ячмінь                   | 13,61   | 9,00  | 21,64        | 44,25  |
| Пшениця                  | 14,89   | 12,13 | 22,79        | 49,81  |
| Горох                    | 13,88   | 27,77 | 23,66        | 65,31  |
| Соняшниковий шрот        | 9,61    | 42,66 | 26,64        | 78,91  |
| Ріпакова макуха          | 14,23   | 46,80 | 29,86        | 90,89  |
| Соевий шрот              | 16,64   | 72,99 | 29,00        | 118,63 |

Найбільш об'ємним відходом цукробурякового виробництва є знецукрована стружка, або жом. Така назва походить від того, що на зорі цукробурякового виробництва сік з бурякової кашки віджимали.

Сухі речовини жому становлять (%):

- пектинових речовин 48-50,
- целюлози 22-25,
- геміцелюлози 21-23,
- азотистих речовин 1,8-2,5,
- золи 0,8-1,3,

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 16   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

601-НТ 16164

- цукру 0,15-0,20.

Крім того, у свіжому сирому жомі є вітамін С та білок.

У жому містяться також лізин і треонін, - найбільш дефіцитні в зерновій сировині амінокислоти.

За поживністю жом займає середнє між такими природними кормами як овес і лугове сіно, поступаючись їм лише трохи за вмістом азотистих речовин. Він містить безазотисті речовини, що легко засвоюються в 1,5 рази більше, ніж сіно і майже стільки ж, скільки овес.

Сирий жом - це трифазний продукт, що складається з твердої, рідкої та газової фаз.

Буряковий жом за своєю структурою є складним колоїдним капілярно-пористим тілом. Після знецукровування в гарячій воді дифузійного апарату стружка буряка (сирий або свіжий жом), як і раніше, зберігає клітинну будову, але внутрішньоклітинний (а також міжклітинний) простір через процес дифузії заповнений дуже слабким (0,2%) розчином цукру. Крім того, у процесі термообробки сильно ослаблена механічна міцність стружки. За розмірами частинок (довжина 20-70 мм, товщина 1-2 мм, ширина 2-4 мм) жом відноситься до грубодисперсних речовин.

Зв'язки вологи з матеріалом у жомі можна віднести до фізико-хімічних (адсорбційна та внутрішньоклітинна) та фізико-механічних (капілярна та змочування).

При пресуванні жому видаляється, та й то не повністю, тільки волога, що має фізико-механічні зв'язки. По можливості механічного видалення вологи з сирого жому її можна розподілити приблизно так (в % до маси вологи в сирому жому):

Існує приблизно наступна класифікація меж зневоднення жому:

- віджимання - до вмісту 10-14% сухих речовин;
- пресування – до 18-22% сухих речовин;
- глибоке пресування – до 35% сухих речовин;
- висушування – до 88% сухих речовин.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 17   |

В умовах цукрового заводу вартість теплової енергії у багато разів перевищує вартість механічної енергії, тому необхідно прагнути найбільш повного механічного зневоднення жому. Це дає можливість різко скоротити витрати палива на висушування жому.

Жом, що утворюється при пресуванні, жомопресова вода (що містить деяку кількість цукру) повертається в якості екстрагента в дифузійну установку з метою скорочення втрат цукру, витрати чистої води, скидання стічних вод.

Зразковий хімічний склад жому (%% до маси відповідного жому)

Таблиця 1.3

| Показники                               | Жом свіжий | Жом віджатий | Жом кислий |
|---|------------|--------------|------------|
| Суша речовина                           | 6,0-9,0    | 14,0-20,0    | 11,0-15,0  |
| Вода                                    | 91,0-94,0  | 80,0-86,0    | 85,0-89,0  |
| Сирий протеїн                           | 1,2-1,5    | 1,7-1,9      | 1,3-2,6    |
| Сира клітковина                         | 3,5-4,5    | 5,0-7,0      | 2,8-4,2    |
| Безазотисті екстрактивні речовини       | 4,3-6,0    | 8,5-10,0     | 2,7-5,8    |
| Зола                                    | 0,6-1,0    | 1,1-1,4      | 0,7-1,8    |
| Жир                                     | 0,4-0,7    | 0,6-0,9      | 0,7-1,0    |
| Кількість кормових одиниць* 100 кг жому | 6-9        | 15-20        | 9-11       |

\* Одиниця виміру та порівняння поживності кормів, рівна поживності одного кілограма вівса.

Кількість свіжого жому – приблизно 83% до маси буряків.

Кількість віджатого жому (15% сухих речовин) – приблизно 36% до маси буряків.

Об'ємна маса жому:

віджатого (до 14% СВ) – 500 кг/м<sup>3</sup>.

пресованого (понад 18% СВ) – 550 кг/м<sup>3</sup>.

На корм тваринним жом йде у свіжому, кислому чи сушеному вигляді. Свіжий жом виходить у дифузійних апаратах і містить у собі 92-93% води та 7-8% сухих речовин. Він може згодуватись і в такому вигляді, але для

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 18   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

601-НТ

16164

здешевлення та зручності транспортування до споживачів з нього віджимають частину води та доводять вміст сухих речовин у ньому до 12-14% (віджятий жом). Кислий жом виходить внаслідок зберігання свіжого чи віджатого жому у сховищах.

Жом, який не згоджується у свіжому чи віджатому вигляді, піддається висушуванню. Для зменшення витрати тепла на висушування значна частина води зі свіжого жому видаляється за допомогою пресів з доведенням вмісту сухих речовин у жому до 18-25%. Сушений жом можна гранулювати.

При висушуванні жому відбувається коагуляція колоїдних частинок, деформація клітинних оболонок та зменшення початкового обсягу матеріалу через видалення вологи, внаслідок чого утворюється сушений жом вологістю 12-14%. Пересушений жом (з вологістю менше 10%) дуже ламкий, легко кришиться і стирається як у сушарці, так і в транспортних пристроях, утворюючи багато дрібниць та пилу. Пересушений жом погано гранулюється. Якщо вологи буде менше 10%, то при зберіганні жом набиратиме вологу з повітря до рівноважної вологості 12-14%. При вологості жому вище 14% у ньому під час зберігання можуть розвиватися мікроорганізми, що знижують якість жому і призводять до його псування.

Сушений жом є сипучою масою частинок неправильної витягнутої форми, яка обумовлена первісною формою бурякової стружки. Частинки сушеного жому можуть бути пилоподібними і у вигляді стружок, довжиною 20-70 мм.

За дисперсністю сушений жом можна віднести до грубодисперсних порошків, в яких фактична поверхня зіткнення частинок займає незначну частку поверхні, внаслідок чого вони взаємодіють слабо один з одним. Найбільш дрібні пилоподібні частинки схильні до злипання.

Ці ознаки дозволяють віднести сушений жом до колоїдних капілярно-пористих тіл, що містять адсорбційно-пов'язану вологу. Залежно від відносної вологості навколишнього повітря, сушений жом може віддавати або поглинати вологу до досягнення рівноважного стану.

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 19   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

601-НТ 16164



## Розділ 2

### Характеристика підприємства, як джерела забруднення повітряного середовища

#### 2.1. Аналіз технологічного процесу

##### 2.1.1. Загальна характеристика виробництва цукру

Підприємство спеціалізується на виробництві цукру.

Сировиною для продукції, що випускається, є цукровий буряк. Технологія, що застосовується, відповідає середньому рівню підприємств відповідної спрямованості в Україні. Підприємство має потужність 5000 тон переробки буряків на добу.

Цукровий буряк, що поступає на завод, в бурячну, підлягає очистці від гички, землі, каміння, а також мийці. З цією метою використовується спеціальний комплекс обладнання: гідравлічні транспортери, камне-соломолушки, кулачкові мийні машини.

Транспортерно-мийна вода відділяється від буряка на дисковому відділювачі і очищається від домішок шляхом відстоювання в радіальному відстійнику. Освітлена частина води повертається в технологічний цикл. Згущена частина, що являє собою водяну суспензію землі, піску і інших домішок, направляється на поля фільтрації, де підлягає біологічній очистці. Чистий буряк поступає в бурякорізки, де ріжеться на стружку і потім обробляється водою, в результаті чого частково відбувається дифузія соку в цукровий розчин.

Одержання соку відбувається в дифузійному апараті горизонтального типу, шляхом екстракції соку водою при температурі 70°C. Дифузійний сік після відділення пульпи з температурою 45-56°C направляється на очистку. Вловлені в пульполовушці частинки добавляються в жом. Обезцукрена стружка з масовою часткою сухих речовин близько 8% після видалення з неї частини води в шнековому водовідділювачі поступає на сушку. Отриманий після сушки продукт - жом реалізується постачальникам сировини.

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 21   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

Дифузійний сік вміщує сахарозу і нецукри - нерозчинні білки, пектинові речовини, солі неорганічних і органічних кислот, залишки пульпи.

Всі нецукри заважають отриманню кристалічної сахарози і збільшують втрати сахарози з мелясою. Для видалення вищеназваних домішок з дифузійного соку застосовується багатоступенева система очистки.

Дифузійний сік поступає в систему багаступеневої очистки шляхом обробки його вапняковим молоком на так званій дефекації.

Під дією гідроксильних іонів вапна відбувається розпад органічних нецукрів. Дефекація соку відбувається в вертикальному циліндричному апараті з конічним днищем, обладнаному лопасною мішалкою і для змутнювання осаду - контр-лопастями.

Далі дифузійний сік підлягає сатурації діоксидом вуглецю при температурі 80-85°C. В результаті реакції гідроксиду кальцію, що залишився в сокові, з діоксидом вуглецю утворюється осад карбонату кальцію. Процес відбувається в вертикальному прямоточному сатураторі.

Наступна стадія очистки дифузійного соку - сульфитація - обробка соку діоксидом сірки.

Під час сульфитації діоксидом сірки уповільнюється утворення фарбуючих речовин, відбувається обезкольорування соку і знижується його лужність. Сульфитацію проводять в зрошувальному сульфитаторі.

Далі сік підлягає фільтруванню для відділення осаду карбонату кальцію.

Осад сатурації після фільтрації вміщує 75-80% органічних і 20-25% мінеральних нецукрів.

Фільтраційний осад розводять водою і відкачують на поля фільтрації. Очищений сульфитований сік являє собою розчин сахарози і нецукрів.

Очищений сік підлягає концентруванню шляхом випарювання в 4-х корпусній випарній установці.

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  | 22   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |  |      |

Після випарювання сироп фільтрують і направляють на кристалізацію, яка відбувається з киплячих пересичених розчинів в вакуум-апаратах під тиском.

Після вакуум-апарату отримують суспензію кристалів. Для повнішого виділення сахарози проводять 3-х ступеневу кристалізацію з наступною переробкою утфелю кожного ступеню кристалізації. Суспензію кристалів цукру (утфель) розділяють на центрифугі і проводять промивку артезіанською водою.

Відтік, отриманий на останньому ступені кристалізації, який вміщує сахарозу, воду і розчинні нецукри, називається мелясою і являє собою другорядний продукт виробництва. Меляса використовується в інших галузях харчової промисловості.

Після центрифуги цукор поступає з допомогою вібротранспортера в сушилку. Сушіння цукру відбувається гарячим повітрям з температурою 105-110°C в барабанній сушильці. Висушений цукор-пісок направляється на затарку і далі на склад готової продукції.

Вапно і сатураційний газ отримують шляхом обпалювання вапнякової суміші з коксом в вертикальній вапняково-газовій печі. Гази, отримані при термічному розкладі вапняка і від горіння палива, використовують після очистки і охолодження для сатурації соків.

Вапнякове молоко отримують шляхом гасіння, потім його очищають від важких зважених домішок в гідроциклонах. Очищене молоко зтікає в мішалку - дозрівач, звідки направляється на очистку дифузійного соку. Відходи вапнякового каменю використовуються в будівництві.

Діоксид сірки отримують спалюванням сірки в печі. Сульфітаційний газ, що відбирається з печі, являє собою суміш діоксиду сірки і повітря.

Утворені будівельні і побутові відходи вивозяться на санкціоноване звалище.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 23   |

## 2.1.2 Стисла технологічна характеристика роботи жомосушильного та грануляційного відділень заводу

Передбачено, що цукровий завод буде виробляти сухий і гранульований жом в кількості до 100 т/добу. Приміщення жомосушильного відділення має розміри 40×15 м. Грануляція жому виконується на грануляційному комплексі на базі прес-гранулятора ГТ-420 з виробничою потужністю 4 т/годину. Грануляційна лінія встановлена в тимчасовому, прибудованому до жомосушильного відділення, приміщенні.

Для зберігання сухого і гранульованого жому є дві секції складу шатрового типу корисною ємністю до 10000 тонн. Транспортування сухого жому до складу виконується за допомогою пневмотранспортних установок. Гранульований жом системою стрічкових конвеєрів подається в першу секцію складу і автомобілями транспортується на реалізацію.

Від жомосушильного і грануляційного відділень отримується наступна *продукція*:

1. Сухий жом в кількості - до 200 тонн/добу;
2. Гранульований сушений жом - 200 тонн/добу.

Продукція повинна відповідати умовам галузевого стандарту України ДСТУ 18.1-94:

- масова частка вологи не > 14%;
- масова частка механічних домішок не > 1,5%;
- маса металомагнітних домішок розмірами до 2 мм мг/кг не > 30;
- маса металомагнітних домішок розмірами більше 2 мм з

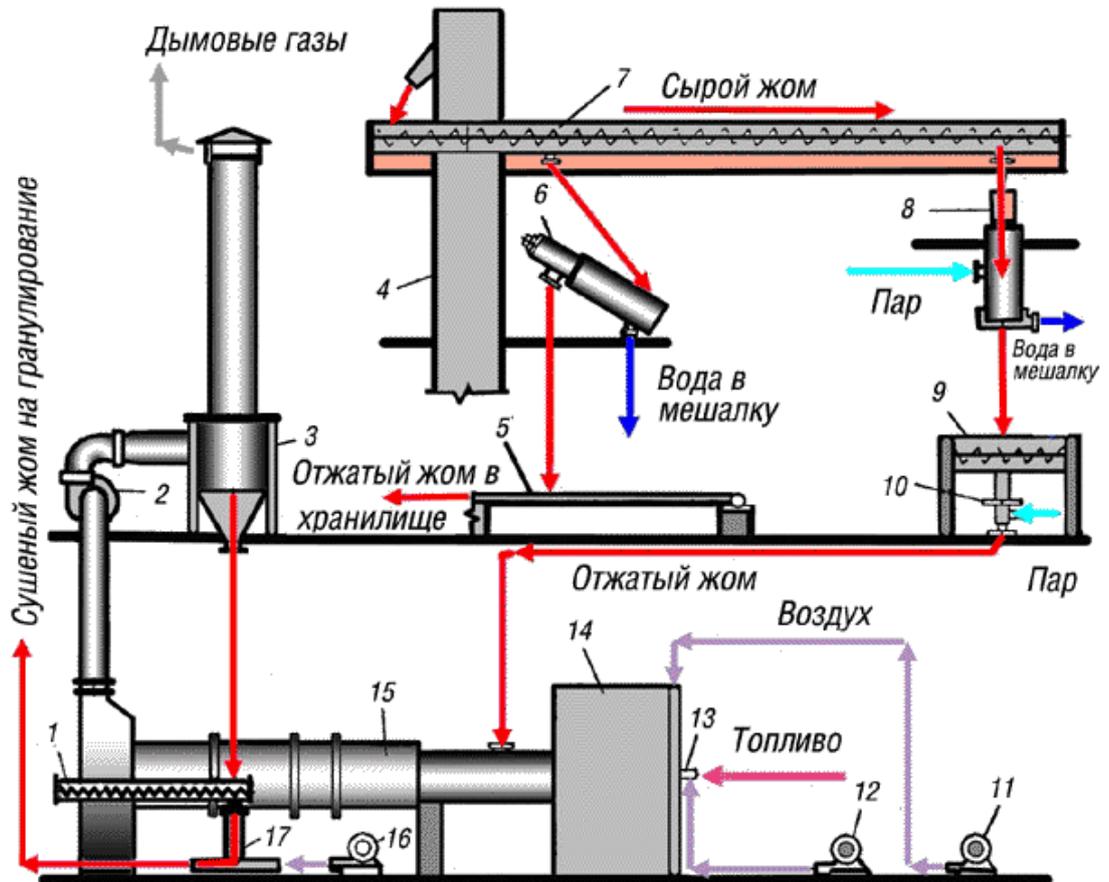
гострими гранями мг/кг - не допускається.

Технологічна схема виробничого процесу наведена на листі 4.

У *жомосушильному відділенні* проводиться сушка вологого жому. Пресований жом з вмістом сухих речовин 20-25 % стрічковим та гвинтовим розподільчими конвеєрами подається через гвинтові дозатори на всі три жомосушильні установки. Заданий потік віджатого жому гвинтовим конвеєром

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 24   |

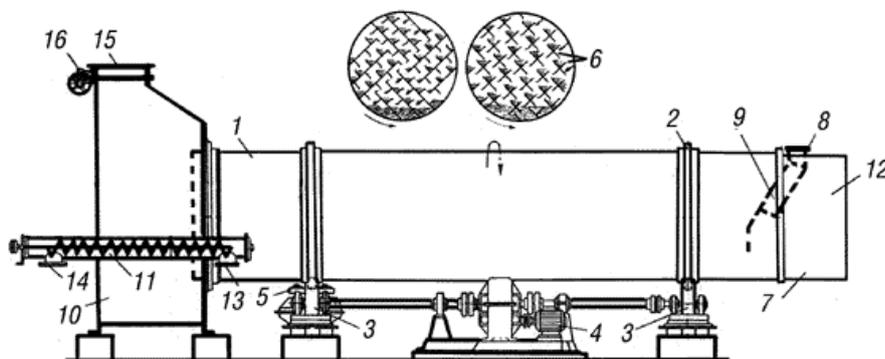
надходить в отвір завантажувальної камери для сушіння в барабанній сушці.



Мал. 1. Схема пресування та сушіння жому

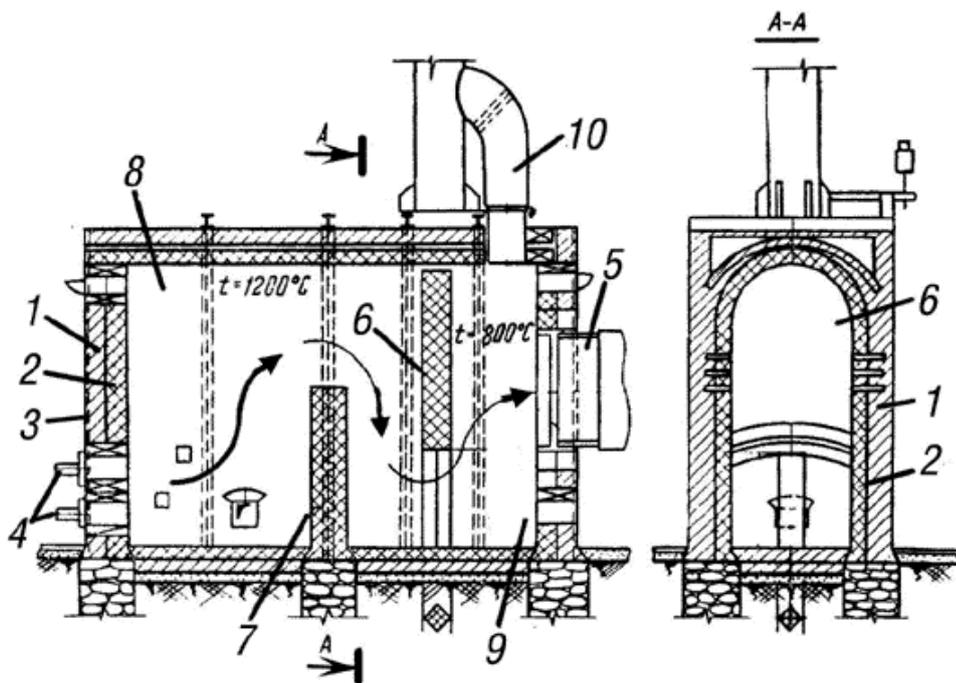
*Температурно-вологісний режим сушіння жому*

1. Вологість: пресованого жому 80 %; сухого жому 14% .
2. Температура: пресованого жому 50 °С;  
топкових газів 900 °С;  
вихідні димові гази 120 °С.



Мал. 2. Схема барабанної сушарки для жому

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 25   |



Мал. 3. Топка барабанної сушарки для жому

Сушіння проводиться за рахунок проходження гарячих топкових газів, які утворюються внаслідок спалювання природного газу в теплогенераторі, через жомову масу. В окремому приміщенні встановлений теплогенератор (POL-25 з максимально допустимою тепловою потужністю 29 МВт). Для розбавлення топкових газів до  $t = 120-130\text{ }^{\circ}\text{C}$  використовується вентилятор подачі повітря на теплогенератор з витратою повітря до  $Q = 15\text{ м}^3/\text{сек}$ .

Висушений жом гвинтовими конвеєрами та елеватором подається в приймальний бункер на зважування. При транспортуванні та зважуванні висушеного жому утворюється *пил сухого бурякового жому*, який втрачається з викидами аспіраційного повітря, але має значну цінність. При виявленні недосушеного жому, за допомогою перекидного жолоба, він направляється гвинтовим конвеєром в розвантажувальний короб жомосушильної установки на досушування.

В приймальний бункер також подається сухий жом від існуючих жомосушильних установок. Зважування сухого жому виконується на автоматичних порційних вагах Норма-ТН-1 виробництва “Механотрон”.

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | 26   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

601-НТ

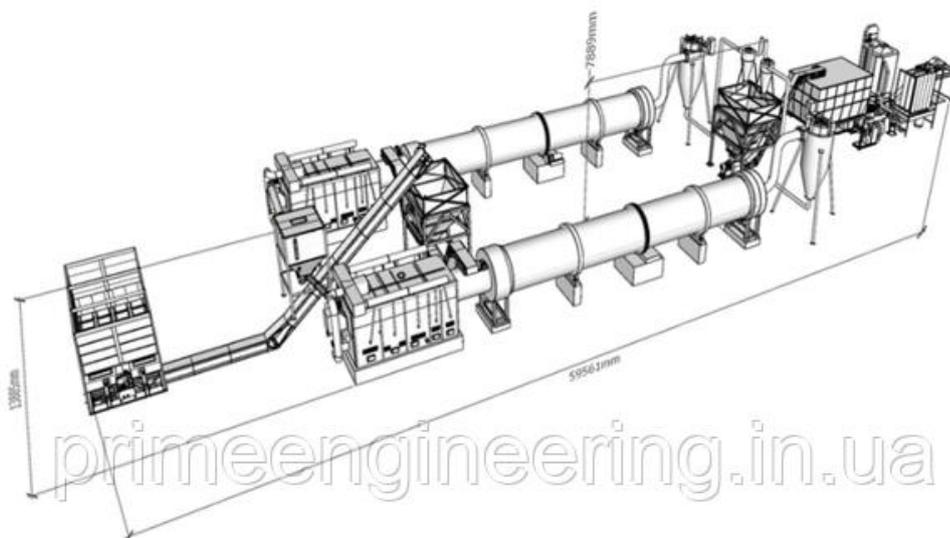
16164

Зважений жом збирається в бункері запасу ємністю 30 м<sup>3</sup>, що забезпечує роботу жомосушильного відділення на 40 хвилин. В залежності від завдань сухий жом подається дозатором на пневмотранспортну установку або на грануляцію в гвинтовий дозатор.

В дозатор гвинтовий направляються також відходи після грохотів гранульованого жому, від циклонів системи аспірації (пил сухого бурякового жому) та повернення жому від конвеєра двошнекового, що не потрапив на грануляцію. Поновлення дози жому на грануляцію виконується з бункеру запасу.

У *грануляційному відділенні* відбувається грануляція сухого жому з додаванням пари.

Сухий жом гвинтовим дозатором подається на елеватор, потім через конвеєр з магнітним сепаратором до двошнекового конвеєра (утворюється *жомовий пил*). В двошнековому конвеєрі проводиться зволоження, пропарювання жому для пом'якшення структури та розподіл на гранулятори. Процес гранулювання сухого жому відбувається в грануляторах ГТ-420 (потужністю до 4 тонн/годину), та прес-грануляторах виробництва Польщі (потужністю до 7 тонн/годину).



Мал. 4. Схема лінії гранулювання жому

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 27   |

Гранульований жом проходить охолодження та відсів дрібних частинок на охолоджувальних колонах та ексцентрикових грохотах. Температура охолодженого жому становить  $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Відсіянні та охолоджені гранули зважуються на автоматичних порційних вагах «Норма-ТН» та стрічковим конвеєром подаються в склад.

Всі технологічні процеси в жомосушильному та грануляційному відділеннях механізовані і автоматизовані. В схему блокування підключаються всі конвеєри та обладнання від конвеєрів сирого жому до конвеєрів у склад.

### Параметри внутрішнього повітря

Таблиця 2.1

| № умовної ділянки | Межі ділянки на плані та розрізі                     | t <sub>вн</sub> , C° |                             |                            | φ, % | v, м/с |
|-------------------|--|----------------------|-----------------------------|----------------------------|------|--------|
|                   |  | У обочій зоні        | На постійних робочих місцях | На непост-х робочих місцях |      |        |
| 1                 | 1А-13А, +0.450-+15.000;<br>1Г-13Г, +0.450-+16.600    | 28                   | 21                          | 23                         | 60   | 0,4    |
| 2                 | 1Д-10Д, +0.450-+15.000;<br>1К-10К, +0.450-+16.600    | 28                   | 21                          | 23                         | 60   | 0,4    |
| 3                 | 8Г-13Г, +0.450-+19.700;<br>10Е-13Е, +0.450-+19.000   | 28                   | 21                          | 23                         | 60   | 0,4    |
| 4                 | 12Е-12К, +12.000-+19.000;<br>10Е-10К +12.000-+19.700 | 28                   | 21                          | 23                         | 70   | 0,4    |
| 5                 | 12Е-12К, +6.000-+12.000;<br>10Е-10К +6.000-+12.000   | 28                   | 21                          | 23                         | 60   | 0,4    |
| 6                 | 12Е-12К, +0.450+6.000;<br>10Е-10К +0.450-+6.000      | 28                   | 21                          | 23                         | 60   | 0,4    |

### 2.2 Тепловий баланс приміщення

У більшості приміщень теплові умови близькі до стаціонарних (конструкції та обладнання знаходяться у стані теплової рівноваги). Їх температура залишається постійною у часі і кількістю отриманого ними тепла на одиницю часу дорівнює кількості втраченого тепла. Різниця тепла, що

|      |      |          |        |      |        |       |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|
|      |      |          |        |      |        | Арк.  |
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        | 28    |

потрапляє в приміщення, та втрат тепла, визначається нестачею тепла або його надлишком у приміщенні.

## 2.2.1 Тепловитрати

### Теплотехнічні характеристики огороджуючих конструкцій :

Термічний опір:

- огорожі -  $1,00 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (в подальшому опір теплопередачі позначається –  $R$ ,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ;  $R=1/K$ , де  $K$ - це коефіцієнт теплопередачі),
- покриття -  $1,01 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ ;
- подвійного остекління в металевому оправі (вікно) –  $0,34 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ ;
- для підлоги і стін нижнього рівня землі з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт/ м}^2\text{°C}$  по зонам шириною 2 м, паралельно зовнішнім стінам, приймаємо:

$R = 2,1$  – 1 зона,

$4,3$  – 2 зона,

$8,6$  – 3 зона,

$14,2$  – 4 зона.

### **Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій**

Розрахунок тепловтрат здійснюється за формулою:

$$Q_{\Sigma} = KF(t_{в} - t_{н})n(1 + \sum \beta), \quad \text{Вт}$$

де  $K$  – коефіцієнт теплопередачі огороджуючої конструкції,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$

$$K = \frac{1}{R_0}, \text{ де}$$

$R_0$  – значення опору теплопередачі огороджуючих конструкцій (див. вихідні дані),

$F$  – площа поверхні огороджуючої конструкції.

$t_{в}$  – температура повітря всередині приміщення,  $\text{°C}$ ,

$t_{н}$  – температура зовнішнього повітря - –  $23 \text{ °C}$ ,

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 29   |

$\sum\beta$  – сума тепловтрат через усі огорожуючі конструкції (без  $Q_{\text{інф}}$ ).

Орієнтація для стін, дверей, вікон, обернених на Пн, Сх, ПнСх, ПнЗх – 0,1 (10%); Зх – 0,05 (5%);

Основні втрати тепла:  $Q_{\text{осн.}} = KF(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n$ ,

Тепловтрати при інфільтрації:  $Q_{\text{інф}} = 0,3\sum Q_{\text{осн}}$

Загальні тепловтрати через огорожуючі конструкції:

$$Q_{\text{зат}} = Q_{\Sigma} + Q_{\text{інф}}$$

значення  $Q_{\text{зат}}$  округлюємо до цілих.

Всі розрахунки зведені до таблиці 2.2: Таблиця розрахунку тепловитрат.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 30   |

Таблиця розрахунку тепловитрат через огорожуючі конструкції

Таблиця 2.2.

| №                 | Найменування огорожувальної конструкції | Розмір а × б, м <sup>2</sup> | F, м <sup>2</sup> | Орієнтація | R, м <sup>2</sup> ·К/Вт | K=R/1 Вт/м <sup>2</sup> ·°C | Температура         |                     | n  | Q <sub>осн.</sub> | Додатки, % |        |        | Q <sub>Σ</sub> = Q <sub>осн</sub> (1 + Σβ) + Q <sub>i,л</sub> | Q <sub>інф</sub> |
|-------------------|---|------------------------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|----|-------------------|------------|--------|--------|---|------------------|
|                   |   |                              |                   |            |                         |                             | t <sub>в</sub> , °C | t <sub>з</sub> , °C |    |                   | Орієнтація | Іншого | Усього |   |                  |
| 1                 | 2                                       | 3                            | 4                 | 5          | 6                       | 7                           | 8                   | 9                   | 10 | 11                | 12         | 13     | 14     | 15  | 14               |
| <b>Ділянка №1</b> |   |                              |                   |            |                         |                             |                     |                     |    |                   |            |        |        |   |                  |
| 1                 | Зовн. стіна                             | 3 · 14,6                     | 43,8              | Пд         | 1,0                     | 1,0                         | 26,6                | -23                 | 1  | 2781              | 0,05       | -      | 0,05   | 3754  | 834              |
| 2                 | Зовн. стіна                             | 50 · 14,6                    | 505,84            | Зх         | 1,0                     | 1,0                         | 26,6                | -23                 | 1  | 32115             | 0,05       | -      | 0,05   | 43356   | 9635             |
| 3                 | Вікно                                   | 6 · 3,6 · 5,1                | 110,16            | Зх         | 0,34                    | 2,94                        | 23,8                | -23                 | 1  | 15157             | 0,05       | -      | 0,05   | 20461   | 4547             |
| 3                 | Вікно                                   | 6 · 3,6 · 4,5                | 97,2              | Зх         | 0,34                    | 2,94                        | 29,4                | -23                 | 1  | 14974             | 0,05       | -      | 0,05   | 20215   | 4492             |
| 4                 | Ворота                                  | 4 · 4,2                      | 16,8              | Зх         | 0,6                     | 1,66                        | 23,8                | -23                 | 1  | 1305              | 0,05       | -      | 0,05   | 1762  | 392              |
| 5                 | Зовн. стіна                             | 12 · 15 + (12 · 1,6 / 2)     | 126,12            | Пн         | 1,0                     | 1,28                        | 26,6                | -23                 | 1  | 8007              | 0,1        | -      | 0,1    | 11210   | 2402             |
| 6                 | Ворота                                  | 4 · 4,2                      | 16,8              | Пн         | 0,6                     | 1,66                        | 23,8                | -23                 | 1  | 1305              | 0,1        | -      | 0,1    | 1828  | 392              |
| 7                 | Вікно                                   | 4,8 · 5,1                    | 24,48             | Пн         | 0,34                    | 2,94                        | 23,8                | -23                 | 1  | 3368              | 0,1        | -      | 0,1    | 4716  | 1011             |
| 7                 | Вікно                                   | 4,8 · 4,5                    | 21,6              | Пн         | 0,34                    | 2,94                        | 29,4                | -23                 | 1  | 3328              | 0,1        | -      | 0,1    | 4659  | 998              |
| 8                 | Покриття                                | 12 · 50                      | 600               | —          | 0,97                    | 1,03                        | 32,2                | -23                 | =  | 34114             | —          | —      | —      | 44348   | 10234            |
| 9                 | Підлога I зона                          | 50 · 2 + (12 · 2) · 2        | 120               | —          | 2,1                     | 0,48                        | 21                  | -23                 | -  | 2534              | —          | —      | —      | 3294  | 760              |
| 10                | Підлога II зона                         | (50 · 2) · 2 + (10 · 2) · 2  | 112               | —          | 4,3                     | 0,23                        | 21                  | -23                 | -  | 1133              | —          | —      | —      | 1473  | 340              |
| 11                | Підлога III зона                        | (48 · 2) · 2 + (8 · 2) · 2   | 104               | —          | 8,6                     | 0,12                        | 21                  | -23                 | -  | 549               | —          | —      | —      | 714   | 165              |
| 12                | Підлога IV зона                         | 264                          | 264               | —          | 14,2                    | 0,07                        | 21                  | -23                 | -  | 813               | —          | —      | —      | 1057  | 244              |
| <b>Разом</b>      |   |                              |                   |            |                         |                             |                     |                     |    | <b>121483</b>     |            |        |        | <b>162847</b>   | <b>36445</b>     |

Продовження таблиці 2.2

| № п/п             | Найменування огороджувальної конструкції | Розмір а × б, м <sup>2</sup> | F, м <sup>2</sup> | Орієнтація | R, м <sup>2</sup> ·К/Вт | K=R/1 Вт/м <sup>2</sup> ·°C | Температура           |                        | n  | Q <sub>осн.</sub> | Додатки, % |        |        | Q <sub>Σ</sub> = Q <sub>осн</sub> (1 + Σβ) + Q <sub>т.п.</sub> | Q <sub>інф</sub> |
|-------------------|--|------------------------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|----|-------------------|------------|--------|--------|--|------------------|
|                   |  |                              |                   |            |                         |                             | t <sub>вн.</sub> , °C | t <sub>зов.</sub> , °C |    |                   | Орієнтація | Іншого | Усього |  |                  |
| 1                 | 2  | 3                            | 4                 | 5          | 6                       | 7                           | 8                     | 9                      | 10 | 11                | 12         | 13     | 14     | 15   | 14               |
| <b>Ділянка №3</b> |  |                              |                   |            |                         |                             |                       |                        |    |                   |            |        |        |  |                  |
| 1                 | Зовн. стіна                              | 17,51·8                      | 85,18             | Пд         | 1,0                     | 1,00                        | 21                    | -23                    | 1  | 4797              | 0,05       | -      | 0,05   | 6476   | 1439             |
| 2                 | Вікно                                    | 2·4,8·5,1+3,3·1,8            | 54,9              | Пд         | 0,34                    | 2,94                        | 21                    | -23                    | 1  | 7102              | 0,05       | -      | 0,05   | 9588   | 2131             |
| 3                 | Зовн. стіна                              | 6·2,4+0,7·6/2                | 10,56             | 3х         | 1,0                     | 1,0                         | 21                    | -23                    | 1  | 595               | 0,05       | -      | 0,05   | 804  | 179              |
| 4                 | Вікно                                    | 3,3·1,8                      | 5,94              | 3х         | 0,34                    | 2,94                        | 21                    | -23                    | 1  | 768               | 0,05       | -      | 0,05   | 1036   | 230              |
| 5                 | Зовн. стіна                              | 17,51·3,7                    | 41,57             | Пн         | 1,0                     | 1,00                        | 21                    | -23                    | 1  | 2341              | 0,1        | -      | 0,1    | 3277   | 702              |
| 6                 | Вікно                                    | 2·4,8·1,8+3,3·1,8            | 23,22             | Пн         | 0,34                    | 2,94                        | 21                    | -23                    | 1  | 3004              | 0,1        | -      | 0,1    | 4205   | 901              |
| 7                 | Зовн. стіна                              | 6·19,0+0,7·6/2               | 85,41             | Сх         | 1,0                     | 1,0                         | 21                    | -23                    | 1  | 4810              | 0,1        | -      | 0,1    | 6734   | 1443             |
| 8                 | Вікно                                    | 3,3·(1,8+3,3+4,2)            | 30,69             | Сх         | 0,34                    | 2,94                        | 21                    | -23                    | 1  | 3970              | 0,1        | -      | 0,1    | 5558   | 1191             |
| 9                 | Покриття                                 | 6·17,51                      | 105,06            | —          | 0,97                    | 1,03                        | 22                    | -23                    | -  | 4870              | —          | —      | —      | 6331   | 1461             |
| 10                | Підлога I зона                           | 6·2+(17,51-2)·2              | 43,02             | —          | 2,1                     | 0,48                        | 20                    | -23                    | -  | 888               | —          | —      | —      | 1154   | 266              |
| 11                | Підлога II зона                          | (6-2)·2+(15,51-2)·2          | 35,02             | —          | 4,3                     | 0,23                        | 20                    | -23                    | -  | 346               | —          | —      | —      | 450  | 104              |
| 12                | Підлога III зона                         | (4-2)·2+(13,51-2)·2          | 27,02             | —          | 8,6                     | 0,12                        | 20                    | -23                    | -  | 139               | —          | —      | —      | 181  | 42               |
| <b>Разом:</b>     |  |                              |                   |            |                         |                             |                       |                        |    | <b>33630</b>      |            |        |        | <b>45794</b>   | <b>10089</b>     |

## 2.2.2. Теплонадходження

*Визначення теплонадходжень від обладнання із електродвигунами  
(для 3-х періодів року однакові)*

Теплонадходження визначаємо за спрощеною формулою:

$$Q_{ед} = N_y \times 215, \text{ Вт},$$

де  $N_y$  – сумарна установочна потужність, **кВт**.

Жомосушильне відділення. **Ділянка 1:**

Конвеєр гвинтовий віджатого жому на розподілювач (5)  $N_y = 5$  кВт,

$$Q_{ед} = 5 \times 215 = 1075 \text{ Вт}.$$

Дозатор гвинтовий жому на сушильну установку № 3 (10)  $N_y = 3,5$  кВт,

$$Q_{ед} = 3,5 \times 215 = 753 \text{ Вт}.$$

Конвеєр гвинтовий жому на сушильну установку № 3 (11)  $N_y = 4,6$  кВт,

$$Q_{ед} = 4,6 \times 215 = 989 \text{ Вт}.$$

Конвеєр гвинтовий сухого жому від сушильної установки № 3 (17)

$$N_y = 3,5 \text{ кВт}, Q_{ед} = 3,5 \times 215 = 753 \text{ Вт}.$$

Конвеєр гвинтовий сухого жому на елеватор (18)  $N_y = 3,2$  кВт,

$$Q_{ед} = 3,2 \times 215 = 688 \text{ Вт}.$$

Елеватор сухого жому на зважування (19)  $N_y = 7$  кВт,

$$Q_{ед} = 7 \times 215 = 1505 \text{ Вт}.$$

Сумарна кількість теплонадходжень від існуючого обладнання з електродвигунами складає  $\sum Q_{ед} = 5763 \text{ Вт}$ .

Грануляційне відділення. **Ділянка 3:**

Конвеєр гвинтовий недосушеного жому (33)  $N_y = 2,3$  кВт,

$$Q_{ед} = 2,3 \times 215 = 495 \text{ Вт}.$$

Елеватор сухого жому на грануляцію  $N_y = 7$  кВт,  $Q_{ед} = 7 \times 215 = 1505 \text{ Вт}$ .

Конвеєр стрічковий з магнітним сепаратором (31)  $N_y = 1,7$  кВт,

$$Q_{ед} = 1,7 \times 215 = 366 \text{ Вт}.$$

Конвеєр двошнековий сухого жому на грануляцію (32)  $N_y = 4$  кВт,

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 33   |

**Визначення теплонадходжень від  
нагрітих поверхонь обладнання**

Визначення теплонадходжень до виробничого приміщення від нагрітих поверхонь проводимо за тепловиділенням від зовнішньої поверхні.

Кількість тепла, яка надходить до приміщення від нагрітої зовнішньої поверхні робочого обладнання, розраховується за формулою:

$$Q_{\text{н.пов.}} = \alpha (t_{\text{п}} - t_{\text{рз}}) F \times N, [\text{Вт}]$$

Де  $\alpha$  – сумарний коефіцієнт теплопереходу від нагрітої поверхні, Вт/(м<sup>2</sup>град),

$$\alpha = \alpha_{\text{л}} + \alpha_{\text{к}},$$

де  $\alpha_{\text{л}}$  – променева складова =  $((0,01 T_{\text{п}})^4 - (0,01 T_{\text{рз}})^4) / (T_{\text{п}} - T_{\text{рз}}) \times C_{\text{пр}}$

Коефіцієнт теплопереходу конвекцій ( $\alpha_{\text{к}}$ ) без значних похибок можна визначити за формулами:

- для вертикальної поверхні  $\alpha_{\text{к}}^{\text{верт}} = 1,66 \sqrt[3]{(t_{\text{п}} - t_{\text{рз}})}$ ,
- для горизонтальної поверхні:
  - потік знизу догори  $\alpha_{\text{к}}^{\text{гор}} = 1,87 \sqrt[3]{(t_{\text{п}} - t_{\text{рз}})}$ ,
  - потік зверху донизу  $\alpha_{\text{к}}^{\text{гор}} = 1 \sqrt[3]{(t_{\text{п}} - t_{\text{рз}})}$ .

$t_{\text{п}}$  – температура зовнішньої поверхні обладнання (°С),  $T_{\text{п}}$  (°К),

$t_{\text{рз}}$  – температура повітря робочої зони приміщення, °С,  $T_{\text{рз}}$  (°К),

$C_{\text{пр}}$  – приведений коефіцієнт променевипускання чорного тіла,

$C_{\text{пр}} = 4,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ град}),$

$F$  – площа поверхні, м<sup>2</sup>;

$N$  – кількість обладнання з гарячою зовнішньою поверхнею.

Розглянемо жомосушильне відділення: ділянку 1.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 34   |

*Теплонадходження від теплогенераторів №3*

$$t_{\text{п}}=100 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$t_{\text{рз}}= 21 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

Площа теплогенераторів жомосушильних установок №1,2,

$$F_{1,2}=3,6 \times 3,6 \times 6 \text{ м}^2,$$

Площа теплогенератора жомосушильної установки № 3,

$$F_3 = 3,6 \times 3,6 \times 8 \text{ м}^2.$$

Окремо визначаємо теплонадходження від вертикальної поверхні і горизонтальної поверхні.

**Холодний та перехідний періоди року:**

$$\alpha_{\text{л}} = [(0,01 \times (100+273))^4 - (0,01 \times (21+273))^4] / (373-294) \times 4,9 = 7,37$$

Для вертикальних поверхонь:  $\alpha_{\text{к}}^{\text{верт}} = 1,66 \sqrt[3]{(100-21)} = 7,12;$

$$\alpha = 7,37+7,12 = 14,49;$$

$$Q_{\text{н.пов.}} = 14,49 \times (100-21) \times (3,6 \times 3,6 + 3,6 \times 8 \times 2) = 80771 \text{ Вт}$$

Для горизонтальних поверхонь:

тепло надходить знизу догори  $\alpha_{\text{к}}^{\text{гор}} = 1,87 \sqrt[3]{(100-21)} = 8,02$

$$\alpha = 7,37+8,02 = 15,39$$

$$Q_{\text{н.пов.}} = 15,39 \times (100-21) \times 3,6 \times 8 \times 1 = 35015 \text{ Вт};$$

тепло надходить зверху донизу  $\alpha_{\text{к}}^{\text{гор}} = 1 \sqrt[3]{(100-21)} = 4,29$

$$\alpha = 7,37+4,29 = 11,66$$

$$Q_{\text{н.пов.}} = 11,66 \times (100-21) \times 3,6 \times 8 \times 1 = 26529 \text{ Вт}.$$

Разом за холодний і перехідний періоди: **діл.1** -  $Q_{\text{н.пов.}} = 142315 \text{ Вт}.$

*Теплонадходження від жомосушильних установок № 3*

$$t_{\text{п}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

$t_{p3} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

площа жомосушильних установок № 1,2,  $F_{1,2} = 3,6 \times 3,6 \times 9 \text{ м}^2$ ,

площа жомосушильної установки № 3,  $F_3 = 3,6 \times 3,6 \times 13 \text{ м}^2$ .

Окремо визначаємо теплонадходження від вертикальної поверхні і горизонтальної поверхні.

**Холодний та перехідний періоди року:**

$$\alpha_{л} = [(0,01 \times (90 + 273))^4 - (0,01 \times (21 + 273))^4] / (363 - 294) \times 4,9 = 7,57$$

Для вертикальних поверхонь:  $\alpha_{к}^{\text{верт}} = 1,66 \sqrt[3]{(90 - 21)} = 6,81$ ;

$$\alpha = 7,57 + 6,81 = 14,38$$

$$Q_{н.пов.3} = 14,38 \times (90 - 21) \times (3,6 \times 3,6 + 3,6 \times 13 \times 2) = 105731 \text{ Вт}$$

Для горизонтальних поверхонь:

тепло надходить знизу догори  $\alpha_{к}^{\text{гор}} = 1,87 \sqrt[3]{(90 - 21)} = 7,67$ ;

$$\alpha = 7,57 + 7,67 = 15,24$$

$$Q_{н.пов.3} = 15,24 \times (90 - 21) \times 3,6 \times 13 \times 1 = 49213 \text{ Вт}$$

тепло надходить зверху донизу  $\alpha_{к}^{\text{гор}} = 1 \sqrt[3]{(90 - 21)} = 4,1$

$$\alpha = 7,57 + 4,1 = 11,67$$

$$Q_{н.пов.3} = 11,67 \times (90 - 21) \times 3,6 \times 13 \times 1 = 37685 \text{ Вт}$$

Всього за холодний і перехідний періоди: **діл.1** -  $Q_{н.пов.} = 192629 \text{ Вт}$ .

*Теплонадходження від конвеєрів гвинтового сухого жому на елеватор (18)*

$t_{п} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{p3} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

$F_{1,2} = 0,5 \times 0,5 \times 7 \text{ м}^2$ ;

$F_3 = 0,5 \times 0,5 \times 8 \text{ м}^2$ .

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 36   |

**Холодний та перехідний періоди року:**

$$\alpha_{\text{л}} = [(0,01 \times (80+273))^4 - (0,01 \times (21+273))^4] / (353-294) \times 4,9 = 6,55$$

Для вертикальних поверхонь:  $\alpha_{\text{к}}^{\text{верт}} = 1,66 \sqrt[3]{(80-21)} = 6,46;$

$$\alpha = 6,55 + 6,46 = 13,01;$$

$$Q_{\text{н.пов.1,2}} = 13,01 \times (80-21) \times (0,5 \times 0,5 \times 2 + 0,5 \times 7 \times 2) = 5757 \times 2 = 11514 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{н.пов.3}} = 13,01 \times (80-21) \times (0,5 \times 0,5 \times 2 + 0,5 \times 8 \times 2) = 6525 \text{ Вт}$$

Для горизонтальних поверхонь:

тепло надходить знизу догори  $\alpha_{\text{к}}^{\text{гор}} = 1,87 \sqrt[3]{(80-21)} = 7,27;$

$$\alpha = 6,55 + 7,27 = 13,82$$

$$Q_{\text{н.пов.1,2}} = 13,82 \times (80-21) \times 0,5 \times 7 \times 1 = 2854 \times 2 = 5708 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{н.пов.3}} = 13,82 \times (80-21) \times 0,5 \times 8 \times 1 = 3262 \text{ Вт.}$$

тепло надходить зверху донизу  $\alpha_{\text{к}}^{\text{гор}} = 1 \sqrt[3]{(80-21)} = 3,89$

$$\alpha = 6,55 + 3,89 = 10,44$$

$$Q_{\text{н.пов.1,2}} = 10,44 \times (80-21) \times 0,5 \times 7 \times 1 = 2156 \times 2 = 4312 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{н.пов.3}} = 10,44 \times (80-21) \times 0,5 \times 8 \times 1 = 2464 \text{ Вт.}$$

Всього за холодний і перехідний періоди: 33785 Вт.

*Грануляційне відділення. Ділянка 3:*

*Теплонадходження від бункера сухого жому перед вагами (27)*

$t_{\text{п}} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{рз}} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

$F = 1,2 \times 1,2 \times 1 \text{ м}^2$ .

**Холодний та перехідний періоди року:**

$\alpha_{\text{л}} = 6,37$  (аналогічно поз. 25)

Для вертикальних поверхонь:  $\alpha_{\text{к}}^{\text{верт}} = 6,08;$

$$\alpha = 6,37 + 6,08 = 12,45;$$

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 37   |

$$Q_{н.пов.} = 12,45 \times (70-21) \times (1,2 \times 1 \times 4) = 2928 \text{ Вт}$$

Для горизонтальних поверхонь:

тепло надходить знизу догори  $\alpha_{к}^{гор} = 6,84$ ;

$$\alpha = 6,37 + 6,84 = 13,21$$

$$Q_{н.пов.} = 13,21 \times (70-21) \times 1,2 \times 1,2 \times 1 = 932 \text{ Вт.}$$

Всього за холодний і перехідний періоди: *3860 Вт.*

*Теплонадходження від елеватора сухого жому на грануляцію (30)*

$t_{п} = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{рз} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

$F = 0,6 \times 1,4 \times 17 \text{ м}^2$ .

**Холодний та перехідний періоди року:**  $\alpha_{л} = 6,22$  (аналогічно поз. 29)

Для вертикальних поверхонь:  $\alpha_{к}^{верт} = 5,86$ ;

$$\alpha = 6,22 + 5,86 = 12,08.$$

$$Q_{н.пов.} = 12,08 \times (65-21) \times (0,6 \times 17 \times 2 + 1,4 \times 17 \times 2) = 36143 \text{ Вт}$$

Для горизонтальних поверхонь:

тепло надходить знизу догори  $\alpha_{к}^{гор} = 1,87 \sqrt[3]{(65-21)} = 6,6$ ;

$$\alpha = 6,22 + 6,6 = 12,82$$

$$Q_{н.пов.} = 12,82 \times (65-21) \times 0,6 \times 1,4 \times 1 = 474 \text{ Вт.}$$

Всього за холодний і перехідний періоди: *36617 Вт.*

***Визначення теплонадходжень від гарячого сухого жому***

Теплонадходження від гарячого сухого жому в місцях пересипки в жомусушильному та грануляційному відділеннях визначаємо за такою формулою, Вт:

$$Q_{ж} = 0,28 \cdot G_{ж} \cdot C_{ж} \cdot B \cdot (t_{п} - t_{к}),$$

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 38   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

Де  $G_{ж}$  – витрата сухого бурякового жому на відповідному етапі технологічного процесу, кг/год;

$C_{ж}$  – теплоємність сухого бурякового жому, кДж/кг. Приймаємо  $C_{ж} = 0,12 + 0,012 = 0,132$  кДж/кг;

$B$  – коефіцієнт, враховуючий інтенсивність виділення тепла у часі, й приймається за графіком в залежності від критерія Фур'є. Для сипучих матеріалів можна прийняти  $B = 0,15$ .

$t_{п}$  та  $t_{к}$  – початкова та кінцева температури матеріалу, що випромінює тепло (гарячого сухого жому), °C;  $t_{к} = t_{рз}$ .

Стосовно жомосушительного відділення, тут надходження тепла від гарячого сухого бурякового жому спостерігається в місцях його пересипки:

#### ділянка №1

$t_{к}^x = 21$  °C,  $t_{к}^r = 28,5$  °C.

- з жомосушительної установки № 3(12) на гвинтовий конвеєр сухого жому від жомосушки № 3 (17):

$G_{ж} = 5,5$  т/год = 5500 кг/год,  $t_{п} = 100$  °C.

Холодний та перехідний періоди:  $Q_{ж} = 0,28 \cdot 5500 \cdot 0,132 \cdot 0,15 \cdot (100 - 21) = 2409$  Вт,

теплий період:  $Q_{ж} = 0,28 \cdot 5500 \cdot 0,132 \cdot 0,15 \cdot (100 - 28,5) = 2180$  Вт;

- з конвеєра (17) на гвинтовий конвеєр сухого жому на елеватор (18):  $G_{ж} = 5,5$  т/год = 5500 кг/год,

$t_{п} = 95$  °C.

Всього теплонадходження від гарячого сухого жому за холодний та перехідний періоди складають  $Q_{жс} = 7917$  Вт, за теплий – 7106 Вт.

У грануляційному відділенні (ділянка №3) теплонадходження відбуваються в місцях пересипки сухого бурякового жому:  $t_{к}^x = 20$  °C,  $t_{к}^r = 28,5$  °C.

- з конвеєра (26) у бункер сухого жому перед вагами (27):

$G_{ж} = 12$  т/год = 12000 кг/год,

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 39   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

$$t_{п} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Холодний та перехідний:  $Q_{ж} = 0,28 \cdot 12000 \cdot 0,132 \cdot 0,15 \cdot (80-20) = 3992 \text{ Вт}$ ,  
теплий:  $Q_{ж} = 0,28 \cdot 12000 \cdot 0,132 \cdot 0,15 \cdot (80-28,5) = 3426 \text{ Вт}$ ;

### 2.2.3. Складання теплового балансу

Втрати тепла через огороджуючі конструкції приміщення залежать від температури зовнішнього повітря і можуть бути визначені за формулою:

$$Q = Q_{вт}^p \frac{t_{pz} - t_i}{t'_{pz} - t_n}$$

де  $Q_{вт}^p$  - розрахункові втрати тепла, визначені при температурі зовнішнього повітря, Вт;

$t_{pz}$ ,  $t'_{pz}$  - температура повітря у приміщенні при температурах зовнішнього повітря і відповідно,  $^{\circ}\text{C}$ . Перехідний період:  $t_n = +8^{\circ}\text{C}$ . Теплий період:  $t_n = +25^{\circ}\text{C}$ .

Приводимо значення теплової напруженості приміщення, яке визначаємо за формулою,  $\text{Вт/м}^3$

$$q = Q_n/V,$$

де  $Q_n$  - теплонадлишки (теплонестачі), Вт;

$V$  - об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ .

$$V_1 = 600 \cdot (15+16,6)/2 = 9480 \text{ м}^3,$$

$$V_3 = 105,06 \cdot (19,7+19)/2 = 2033 \text{ м}^3.$$

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
|      |      |          |        |      |        |       | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       |      |

Тепловий баланс 1-ї ділянки жомосушильного відділення

Таблиця 2.3

| Вид балансу тепла                                  | № з/п         | Стаття балансу тепла                                | Період року                             |  |                                       |
|--|---------------|---|---|--|---------------------------------------|
|  |               |   | Холодний, $t_{н} = -23^{\circ}\text{C}$ | Перехідний, $t_{н} = +8^{\circ}\text{C}$ | Теплий, $t_{н} = +25^{\circ}\text{C}$ |
| А. Втрати тепла                                    | 1             | Через огорожуючі конструкції                        | 162847                                  | 48114                                    | 0                                     |
| Б. Надходження, Вт                                 | 1             | Від обладнання із електродвигунами                  | 5763                                    | 5763                                     | 5763                                  |
|  | 2             | Від нагрітих поверхонь обладнання                   | 536030                                  | 536030                                   | 471473                                |
|  | 3             | Визначення теплонадходжень від гарячого сухого жому | 7917                                    | 7917                                     | 7106                                  |
|  | 4             | За рахунок сонячної радіації через світлові прорізи | -                                       | -  | 17381                                 |
|  | 5             | Через покриття                                      | -                                       | -  | 1865                                  |
|  | Всього за „Б” |   |   | 549710                                   | 549710                                |
| Загалом $Q_{н} = -Q^{А} + Q^{Б}$ , Вт              |               |   | <b>386863</b>                           | <b>501596</b>                            | <b>503588</b>                         |
| Теплова напруга приміщення $q$ , Вт/м <sup>3</sup> |               |   | 40,8                                    | 52,91                                    | 53,12                                 |

Тепловий баланс грануляційного відділення

Таблиця 2.4

| Вид балансу тепла                                  | № з/п         | Стаття балансу тепла                                | Період року                             |  |                                       |
|--|---------------|---|---|--|---------------------------------------|
|  |               |   | Холодний, $t_{н} = -23^{\circ}\text{C}$ | Перехідний, $t_{н} = +8^{\circ}\text{C}$ | Теплий, $t_{н} = +25^{\circ}\text{C}$ |
| А. Втрати тепла                                    | 1             | Через огорожуючі конструкції                        | 45794                                   | 12780                                    | 0                                     |
| Б. Надходження, Вт                                 | 1             | Від обладнання із електродвигунами                  | 13095                                   | 13095                                    | 13095                                 |
|  | 2             | Від нагрітих поверхонь обладнання                   | 149756                                  | 149756                                   | 102808                                |
|  | 3             | Визначення теплонадходжень від гарячого сухого жому | 12236                                   | 12236                                    | 10237                                 |
|  | 4             | За рахунок сонячної радіації через світлові пройоми | -                                       | -  | 27339                                 |
|  | 5             | Через покриття                                      | -                                       | -  | 326                                   |
|  | Всього за „Б” |   |   | 175087                                   | 175087                                |
| Загалом $Q_{изб}$ , Вт                             |               |   | <b>129293</b>                           | <b>162307</b>                            | <b>153805</b>                         |
| Теплова напруга приміщення $q$ , Вт/м <sup>3</sup> |               |   | 63,6                                    | 79,84                                    | 75,65                                 |

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | 41   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

601-НТ 16164

## Розділ 3. Вентиляція

### 3.1 Вибір мікрокліматичних параметрів.

#### *Параметри зовнішнього повітря [9, 11]:*

У відповідності з п.5.13 Температуру зовнішнього повітря слід приймати згідно з [9] для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату в приміщеннях виробничих будівель:

- системами опалення та вентиляції у холодний період року – температуру зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0.92;

- системами вентиляції та повітряного душування в теплий період року – температуру зовнішнього повітря для найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0.99.

У відповідності з п.5.14 [11] температура зовнішнього повітря для перехідних умов року приймається не менше ніж 8 °С, але не вище 14 °С.

Тому приймаємо: Холодний період року:

- розрахункова температура зовнішнього повітря прийнята як температура повітря для холодного періоду з найхолоднішою п'ятиденкою та забезпеченістю 0,92  $t_{хп} = - 23^{\circ}\text{C}$ ;

Теплий період року:

- розрахункова температура зовнішнього повітря прийнята як температура повітря для теплого періоду з найжаркішою п'ятиденкою забезпеченістю 0,99

$t_{тп} = + 25^{\circ}\text{C}$ ;

Перехідні умови:

$t_{пу} = + 8^{\circ}\text{C}$ .

#### *Параметри внутрішнього повітря [9, 11]:*

У відповідності з п.5 [11] параметри внутрішнього повітря при опаленні та вентиляції приміщень слід приймати відповідно до додатків Д та Е, положень

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
|      |      |          |        |      |        |       | 42   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       |      |

ДСТУ Б EN ISO 15251, ДСТУ Б EN ISO7730, вимог ГОСТ

12.1.005-80, а також згідно з санітарними нормами до мікроклімату виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6.042 [13], а саме:

б) у холодний період у робочій зоні виробничих приміщень температуру та швидкість руху повітря приймають у *межах оптимальних норм*; на робочих місцях допускається приймати температуру та швидкість руху повітря в межах допустимих норм за неможливості забезпечення оптимальних норм через технологічні вимоги виробництва.

У відповідності з [12, 14, 15] приміщення виробничого процесу цукрових підприємств відносяться до категорії робіт II-б. Тобто вибираємо параметри внутрішнього повітря для холодного та теплого періодів, які визначені у виділених зонах табл. 3.1.

*Норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень [11].*

Таблиця 3.1

| Період року                        | Категорія робіт    | Оптимальні норми на постійних місцях |                       |                        | Допустимі норми         |                           |                       |                        |  |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|--|
|                                    |                    | Температура повітря                  | Відносна вологість, % | Швидкість повітря, м/с | Температура повітря     |                           | Відносна вологість, % | Швидкість повітря, м/с |  |
|                                    |                    |                                      |                       |                        | На постійно роб. місцях | На непостійно роб. місцях |                       |                        | На постійно та непостійних роб. місцях |
| 1                                  | 2                  | 3                                    | 4                     | 5                      | 6                       | 7                         | 8                     | 9                      |  |
| Холодний період та перехідні умови | Легка              |                                      |                       |                        |                         |                           |                       |                        |  |
|                                    | 1-а                | 22–24                                | 60–40                 | 0,1                    | 21–25                   | 18–26                     | 75                    | 0,1                    |  |
|                                    | 1-б                | 21–23                                | 60–40                 | 0,1                    | 20–24                   | 17–25                     | 75                    | 0,2                    |  |
|                                    | Середньої важкості |                                      |                       |                        |                         |                           |                       |                        |  |
|                                    | I-а                | 19–21                                | 60–40                 | 0,2                    | 17–23                   | 15–24                     | 75                    | 0,3                    |  |
|                                    | II-б               | 17–19                                | 60–40                 | 0,2                    | 15–21                   | 13–23                     | 75                    | 0,4                    |  |
|                                    | Важка              |                                      |                       |                        |                         |                           |                       |                        |  |
|                                    | III                | 16–18                                | 60–40                 | 0,3                    | 13–19                   | 12–20                     | 75                    | 0,5                    |  |
| Теплий                             | Легка              |                                      |                       |                        |                         |                           |                       |                        |  |
|                                    | 1-а                | 23–25                                | 60–40                 | 0,1                    | 22–28                   | 20–30                     | 75                    | 0,2                    |  |
|                                    | 1-б                | 22–24                                | 60–40                 | 0,2                    | 21–28                   | 19–30                     | 75                    | 0,3                    |  |
|                                    | Середньої важкості |                                      |                       |                        |                         |                           |                       |                        |  |
|                                    | I-а                | 21–23                                | 60–40                 | 0,3                    | 18–27                   | 17–29                     | 75                    | 0,4                    |  |
|                                    | II-б               | 10–22                                | 60–40                 | 0,3                    | 15–27                   | 15–29                     | 75                    | 0,5                    |  |
|                                    | Важка              |                                      |                       |                        |                         |                           |                       |                        |  |
|                                    | III                | 18–20                                | 60–40                 | 0,4                    | 15–26                   | 13–28                     | 75                    | 0,6                    |  |

Треба пам'ятати та враховувати, що для виробничих приміщень, які розташовані в районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря 25 °С та вище для найспекотнішої доби забезпеченістю 0,95 відповідно до ДСТУ-Н Б В 1.1-27:27, температура повітря на робочих місцях у теплий період року допускається приймати вище значення у колонках 6 та 7 але не більше ніж на 3 °С для постійних робочих місць і не більше ніж на 2°С для непостійних робочих місць.

Роза вітрів для 8 румбів приведена в таблиці 3.2 та прийнята на підставі даних [9]

Роза вітрів для умов будівництва

Таблиця 3.2

| Напрямок вітру            | П    | ПС   | С    | ПдС  | ПД   | ПдЗ   | З    | ПЗ   |
|---------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Січень                    |      |      |      |      |      |       |      |      |
| Повтор. напр. вітру, %    | 8    | 8,2  | 15,3 | 12,5 | 10,7 | 115,8 | 18,9 | 10,6 |
| Сер. швидкість вітру, м/с | 4,5  | 4,2  | 4,7  | 4,2  | 4,4  | 4,6   | 4,6  | 4,2  |
| Липень                    |      |      |      |      |      |       |      |      |
| Повтор. напр. вітру, %    | 16,9 | 14,5 | 14,2 | 8,8  | 6,0  | 7,4   | 16,4 | 15,8 |
| Сер. швидкість вітру, м/с | 3,7  | 4,1  | 4,2  | 4    | 3,4  | 3,9   | 3,9  | 3,6  |

### **Інтенсивність надходження сонячної радіації**

Інтенсивність надходження сонячної радіації приймаємо на підставі [9, табл. 8] 335 Мдж/м<sup>2</sup>

### **3.2 Визначення повітрообміну по боротьбі з газовими забруднюючими речовинами**

При здійсненні технологічного процесу в жомосушильному відділенні цукрового заводу в повітря робочої зони також надходять шкідливі речовини, що утворюються при спалюванні палива у теплогенераторах та внаслідок роботи жомосушильних установок.

*Закон збереження маси повітря приймається для одного приміщення: маса*

|      |      |          |        |      |              |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|--|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ 16164 |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |              |  | 44   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |  |      |

повітря, яка надходить в приміщення через «п» припливних отворів, повинна бути рівна масі повітря, що видаляється через «т» витяжних отворів.

**Рівняння балансу повітря у приміщенні, що вентилується:**

$$\begin{cases} L_{np} = L_{т.вит} + L_{вит} \\ A \times 10^3 + L_{np} q_{np} = L_{т.вит} q_{р.з.} + L_{в.з.}^{вит} q_{в.з.} \end{cases}$$

Витрати повітря визначаємо із системи:

$$A_i \times 10^3 + (L_{т.вит} + L_{вит}) q_{np} = L_{т.вит} q_{рз} + L_{вит} q_{вз};$$

$$A_i \times 10^3 + L_{т.вит} q_{np} + L_{вит} q_{np} = L_{т.вит} q_{рз} + L_{вит} q_{вз};$$

$$A_i \times 10^3 + L_{т.вит} q_{np} - L_{т.вит} q_{рз} = L_{вит} q_{вз} - L_{вит} q_{np};$$

$$A_i \times 10^3 + L_{т.вит} (q_{np} - q_{рз}) = L_{вит} (q_{вз} - q_{np});$$

$$L_{вит} = \frac{A_i \cdot 10^3 + L_{т.вит} (q_{np} - q_{рз})}{q_{вз} - q_{np}}$$

$$L_{т.вит} = 68832 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q_{np}^i = 0,3 q_{рз}; \quad q_{р.з.}^i = ГДК_{р.з.}^i$$

$$ГДК_{рз} = 20 \text{ мг/м}^3,$$

$$q_{np} = 0,3 \cdot 20 = 6 \text{ мг/м}^3$$

При визначенні розрахункового повітрообміну для боротьби з газовими виділеннями, у розрахунок приймаємо об'ємні витрати повітря.

Визначаємо концентрації забруднюючих речовин у припливному повітряному потоці та потоці повітря, що видаляється з приміщень.

$$q_{в.з.}^{CO} = q_{np} + \frac{q_{р.з.} + q_{np}}{n} = 6 + \frac{20 - 6}{0,6} = 29,33 \text{ мг/м}^3$$

де n – для термічних цехів n = 0,5- 0,6 , дослідний коефіцієнт, показує яка доля концентрації шкідливих речовин забруднює повітря робочої зони.

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        |       |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--------|-------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | Арк.  |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | 45    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  | 601-НТ | 16164 |



### 3.3 Визначення повітрообміну по боротьбі з теплонадлишками

#### Жомосушильне відділення

##### Теплий період року

Маємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} G_{пр} = G_{т.вит} + G_{вит} \\ 3,6Q_{надл} + G_{пр} t_{пр} = G_{т.вит} t_{т.вит} + G_{в.з.} t_{в.з.} \end{cases}$$

З даної системи знаходимо  $G_{пр}$  та  $G_{вит}$ .

$G_{пр}$ ,  $G_{т.вит}$ ,  $G_{вит}$  – масові витрати повітря відповідно загальнообмінного припливу, технологічної витяжки та загальнообмінної витяжки.

$$G_{т.вит} = 68832 \times 1,2 = 82598,4 \text{ кг/год}$$

$Q_{надл}$  – надлишки явної теплоти у приміщенні у теплий період року.

$$Q_{над} = 503588 \text{ кДж/год.}$$

$$t_{пр} = t_{н}^A = 24,5^\circ\text{C};$$

$t_{т.вит} = 80^\circ\text{C}$  (температура димових газів із сухим жомовим пилом після вентилятора).

$$t_{рз} = t_{н}^A + 4^\circ\text{C} = 24,5 + 4 = 28,5$$

$$t_{в.з.} = t_{пр} + \frac{t_{р.з.} - t_{пр}}{n} = 24,5 + \frac{28,5 - 24,5}{0,6} = 31,2^\circ\text{C}$$

З отриманої системи виражаємо  $G_{вит}$  (аналогічно розрахунку  $L_{вит}$ )

$$G_{вит} = \frac{3,6Q_{надл} + G_{т.вит} (t_{пр} - t_{т.вит})}{t_{в.з.} - t_{пр}};$$

$$G_{вит} = \frac{3,6 \cdot 503588 + 82598,4 \cdot (24,5 - 80)}{31,2 - 24,5} = \frac{1812916,8 - 4584211,2}{6,7} = -413626 \text{ кг/год,}$$

«-» вказує на те, що роботи технологічної витяжної вентиляції достатньо для здійснення повітрообміну для боротьби з теплонадлишками. Отже приймаємо

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |





$$t_{в,з} = 22,4 + (21 - 22,4) / 0,6 = 35 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Оскільки  $t_{в,з}$  потрапляє в інтервал 12 - 35°C, приймаємо розраховані температури.

Теплогазоповітряний баланс 1-ї ділянки жомосушильного  
відділення

Таблиця 3.3

| № з/п | Відповідна величина балансу          | Умовні познач.  | Одиниці вимірюв. | Період року |          |
|-------|--------------------------------------|---|------------------|-------------|----------|
|       |                                      |   |                  | Теплий      | Холодний |
| 1     | 2                                    | 3   | 4                | 5           | 6        |
| 1     | Явні теплонадлишки                   | $Q_{надл}$  | Вт               | 503588      | 386863   |
|       | Система опалення                     | Відсутня, оскільки у процесі роботи ділянки утворюється велика кількість тепловиділень і температура в приміщенні у холодний період року достатньо висока |                  |             |          |
|       | Технологічна витяжка                 |   |                  |             |          |
|       | Витрата повітря                      | $G_{т.вит}$   | кг/год           | 82598,4     | 82598,4  |
|       | Температура                          | $t_{рз}$  | °C               | 80          | 80       |
|       | Кількість тепла                      | $Q_{т.вит}$   | Вт               | 6607872     | 6607872  |
|       | Загальнообмінна природна витяжка:    |   |                  |             |          |
|       | Витрата повітря                      | $G_{вит}$   | кг/год           | 11376       | -        |
|       | Температура                          | $t_{вз}$  | °C               | 31,2        | -        |
|       | Кількість тепла                      | $Q_{вит}$   | Вт               | 98670       | -        |
|       | Загальнообмінна механічна витяжка:   |   |                  |             |          |
|       | Витрата повітря                      | $G_{вит}$   | кг/год           | -           | 48587    |
|       | Температура                          | $t_{вз}$  | °C               | -           | 35       |
|       | Кількість тепла                      | $Q_{вит}$   | Вт               | -           | 472752   |
|       | Загальнообмінний природний приплив:  |   |                  |             |          |
|       | Витрата повітря                      | $G_{пр}$  | кг/год           | 93974       | -        |
|       | Температура                          | $t_{пр}$  | °C               | 24,5        | -        |
|       | Кількість тепла                      | $Q_{пр}$  | Вт               | 640057      | -        |
|       | Загальнообмінний механічний приплив: |   |                  |             |          |
|       | Витрата повітря                      | $G_{пр}$  | кг/год           | -           | 131187   |
|       | Температура                          | $t_{пр}$  | °C               | -           | 19,15    |
|       | Кількість тепла                      | $Q_{пр}$  | Вт               | -           | 698400   |
|       | Разом:                               |   |                  |             |          |
|       | Приплив:                             |   |                  |             |          |
|       | Повітря                              | $\Sigma G$  | кг/год           | 93974       | 131187   |
|       | Тепла                                | $\Sigma Q$  | Вт               | 1143645     | 1085263  |
|       | Витрата:                             |   |                  |             |          |
|       | Повітря                              | $\Sigma G$  | кг/год           | 93974       | 131185   |
|       | Тепла                                | $\Sigma Q$  | Вт               | 6706542     | 6717250  |

Теплогазоповітряний баланс грануляційного відділення

Таблиця 3.4

| № з/п | Відповідна величина балансу   | Умовні познач.  | Одиниці вимірюв.             | Період року                            |                                    |
|-------|---|---|------------------------------|--|------------------------------------|
|       |   |   |                              | Теплий                                 | Холодний                           |
| 1     | 2   | 3   | 4                            | 5                                      | 6                                  |
| 1     | Явні теплонадлишки  | $Q_{надп}$  | Вт                           | 153805                                 | 129293                             |
|       | Система опалення  | Відсутня, оскільки у процесі роботи ділянки утворюється велика кількість тепловиділень і температура в приміщенні у холодний період року достатньо висока |                              |  |                                    |
|       | Місцеві відсмоктувачі :<br>Витрата повітря<br>Температура<br>Кількість тепла              | $G_{м.о.}$<br>$t_{рз}$<br>$Q_{м.о.}$  | кг/год<br>°C<br>Вт           | 10430,4<br>28,5<br>82640               | 10430,4<br>21<br>60893             |
|       | Технологічна витяжка<br>Витрата повітря<br>Температура<br>Кількість тепла                 | $G_{т.вит}$<br>$t_{рз}$<br>$Q_{т.вит}$  | кг/год<br>°C<br>Вт           | 13314,2<br>28,5<br>105488              | 13314,2<br>21<br>77728             |
|       | Загальнообмінна природна витяжка:<br>Витрата повітря<br>Температура<br>Кількість тепла    | $G_{вит}$<br>$t_{вз}$<br>$Q_{вит}$  | кг/год<br>°C<br>Вт           | 114680<br>28,5<br>908610               | -<br>-<br>-                        |
|       | Загальнообмінна механічна витяжка:<br>Витрата повітря<br>Температура<br>Кількість тепла   | $G_{вит}$<br>$t_{вз}$<br>$Q_{вит}$  | кг/год<br>°C<br>Вт           | -<br>-<br>-                            | 23744,5<br>35<br>231033            |
|       | Загальнообмінний природний приплив:<br>Витрата повітря<br>Температура<br>Кількість тепла  | $G_{пр}$<br>$t_{пр}$<br>$Q_{пр}$  | кг/год<br>°C<br>Вт           | 138424,5<br>24,5<br>942809             | -<br>-<br>-                        |
|       | Загальнообмінний механічний приплив:<br>Витрата повітря<br>Температура<br>Кількість тепла | $G_{пр}$<br>$t_{пр}$<br>$Q_{пр}$  | кг/год<br>°C<br>Вт           | -<br>-<br>-                            | 47489,0<br>22,4<br>295724          |
|       | Разом:<br>Приплив:<br>Повітря<br>Тепла<br>Витрата:<br>Повітря<br>Тепла                    | $\Sigma G$<br>$\Sigma Q$<br>$\Sigma G$<br>$\Sigma Q$  | кг/год<br>Вт<br>кг/год<br>Вт | 138425<br>1096614<br>138425<br>1096738 | 47489<br>425017<br>47489<br>369654 |

### 3.4 Загальнообмінна механічна вентиляція

#### 3.4.1 Припливна загальнообмінна механічна система вентиляції

$$G_{\text{пр}} = G_{\text{пр}}^{\text{ж}} + G_{\text{пр}}^{\text{г}} = 131187 + 47489 = 178676 \text{ кг/год},$$

$$L_{\text{пр}} = 178686/1,2 = 148897 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Система припливної загальнообмінної вентиляції, що розглядається, характеризується  $L_{\text{пр}} \approx 150$  тис.  $\text{м}^3/\text{год}$ . Оскільки потужність системи  $L_{\text{пр}} > 70000$   $\text{м}^3/\text{год}$ , тоді кількість припливних камер буде  $L_{\text{загпр}}/70000$ , тому приймаємо 2-і камери 2ПК з витратою повітря  $\approx 75$  тис.  $\text{м}^3/\text{год}$ , конструктивні характеристики яких можна знайти у [11].

#### 3.4.2 Аеродинамічний розрахунок загальнообмінної припливної системи П1

Розподілення припливного повітря у приміщення здійснюється за допомогою 10-ти повітророзподільників: 1 НРВ і 9 ВПЕП (рис. 4.1), витрата повітря яких складає  $75000 \text{ м}^3/\text{год}$ .

##### 1-а ділянка

Приймаючи швидкість руху припливного повітря  $5 \text{ м/с}$ , знаходимо орієнтовну площу перетину:

$$F = \frac{L}{V \cdot 3600} = \frac{7500}{5 \cdot 3600} = 0,389 \text{ м}^2.$$

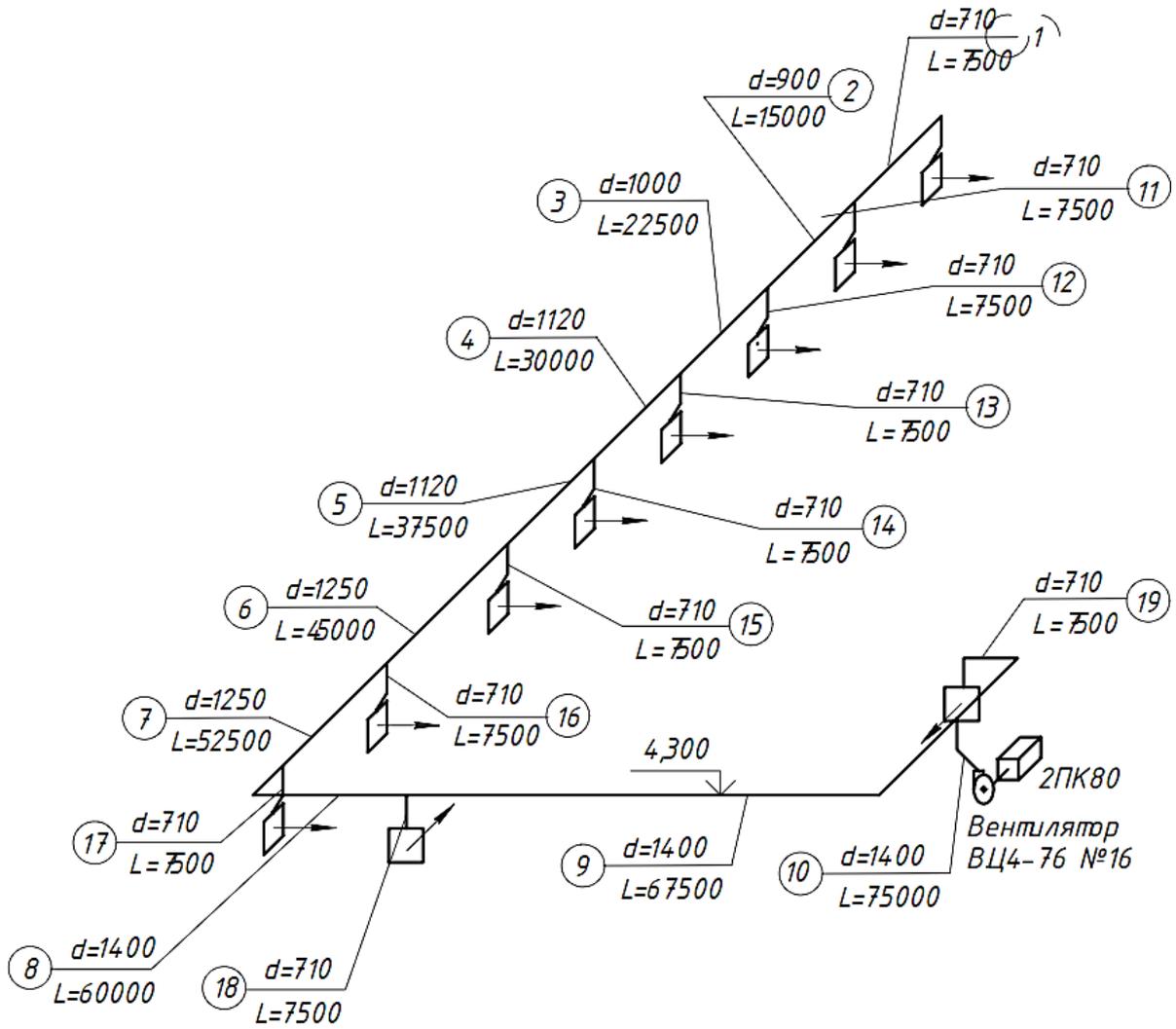
Визначаємо діаметр:

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,389 \cdot 4}{3,14}} = 0,712 \text{ м}.$$

Приймаємо стандартний **710 мм**.

Рис. 4.1. Аксонометрична схема припливної системи вентиляції П1

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 52   |



|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 53   |

Уточнюємо площу перетину:  $F^{710} = \frac{3,14 \cdot 0,71^2}{4} = 0,396 \text{ м}^2$  ; уточнюємо швидкість руху повітря:  $V = \frac{7500}{0,389 \cdot 3600} = 5,26 \text{ м/с}$ .

$$\sum \xi = \xi_{110^\circ} \cdot 2 + \xi_{\text{конф.}} + \xi_{\text{відв}} = 0,19 \cdot 2 + 0,1 + 0,59 = 1,07. \quad P_{\text{дин}} = \text{Па.}$$

### 2-а ділянка

Знаходимо орієнтовну площу перетину:  $F = \frac{15000}{6 \cdot 3600} = 0,694 \text{ м}^2$ .

Діаметр:  $d = \sqrt{\frac{0,694 \cdot 4}{3,14}} = 0,94 \text{ м}$ , приймаємо стандартний **900 мм**.

Уточнюємо площу перетину:  $F^{90} = \frac{3,14 \cdot 0,9^2}{4} = 0,636 \text{ м}^2$  ; швидкість руху повітря:  $V = \frac{7500}{0,636 \cdot 3600} = 6,55 \text{ м/с}$ .  $\sum \xi = \xi_{\text{конф.}} = 0,1$ .  $P_{\text{дин}} = \text{Па}$ .

### 3-а ділянка

Площа перетину:  $F = \frac{22500}{7 \cdot 3600} = 0,892 \text{ м}^2$ .

Діаметр:  $d = \sqrt{\frac{0,892 \cdot 4}{3,14}} = 1,066 \text{ м}$ , приймаємо стандартний **1000 мм**.

Уточнюємо площу перетину:  $F^{1000} = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} = 0,785 \text{ м}^2$  ; швидкість руху повітря:  $V = \frac{7500}{0,785 \cdot 3600} = 7,96 \text{ м/с}$ .  $\sum \xi = \xi_{\text{конф.}} = 0,2$ .  $P_{\text{дин}} = \text{Па}$ .

### 4-а ділянка

Площа перетину:  $F = \frac{30000}{8,5 \cdot 3600} = 0,980 \text{ м}^2$ .

Діаметр:  $d = \sqrt{\frac{0,98 \cdot 4}{3,14}} = 1,112 \text{ м}$ , приймаємо стандартний **1120 мм**.

Уточнюємо площу перетину:  $F^{1120} = \frac{3,14 \cdot 1,12^2}{4} = 0,985 \text{ м}^2$  ; швидкість руху повітря:  $V = \frac{30000}{0,985 \cdot 3600} = 8,4 \text{ м/с}$ .  $\sum \xi = \xi_{\text{конф.}} = 0,2$ .  $P_{\text{дин}} = \text{Па}$ .

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        |       |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--------|-------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | Арк.  |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | 54    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  | 601-НТ | 16164 |

$$15-a : \frac{f_o}{f_c} = \frac{0,396}{1,226} = 0,32 ; \frac{L_o}{L_c} = \frac{7500}{45000} = 0,17 \Rightarrow \xi_{відн} = 2,93$$

$$\sum \xi = 2 \cdot \xi_{110} + \xi_{конф.} + \xi_{відн} = 0,38 + 0,1 + 2,93 = 3,41$$

$$16-a : \frac{f_o}{f_c} = \frac{0,396}{1,226} = 0,32 ; \frac{L_o}{L_c} = \frac{7500}{52500} = 0,14 \Rightarrow \xi_{відн} = 5,03$$

$$\sum \xi = 2 \cdot \xi_{110} + \xi_{конф.} + \xi_{відн} = 0,38 + 0,1 + 5,03 = 5,51$$

$$17-a : \frac{f_o}{f_c} = \frac{0,396}{1,226} = 0,32 ; \frac{L_o}{L_c} = \frac{7500}{60000} = 0,13 \Rightarrow \xi_{відн} = 5,63$$

$$\sum \xi = 2 \cdot \xi_{110} + \xi_{конф.} + \xi_{відн} = 0,38 + 0,1 + 5,63 = 6,11$$

$$18-a : \frac{f_o}{f_c} = \frac{0,396}{1,539} = 0,26 ; \frac{L_o}{L_c} = \frac{7500}{67500} = 0,11 \Rightarrow \xi_{відн} = 4,17$$

$$\sum \xi = 2 \cdot \xi_{110} + \xi_{конф.} + \xi_{відн} = 0,38 + 0,1 + 4,17 = 4,65$$

$$19-a : \frac{f_o}{f_c} = \frac{0,396}{1,539} = 0,26 ; \frac{L_o}{L_c} = \frac{7500}{75000} = 0,1 \Rightarrow \xi_{відн} = 4,1$$

$$\sum \xi = 2 \cdot \xi_{110} + \xi_{конф.} + \xi_{відн} = 0,38 + 0,1 + 4,1 = 4,58$$

Загальний розрахунок зведений до таблиці 4.5 «Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції П1».

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 55   |



Таблиця 3.5

| № ділянки   | Задані величини       |        | Прийняті розрах. велич. |       |       | Pa/m <sup>2</sup> | I <sub>p</sub> , Па | Σζ   | P <sub>д</sub> | Z = Σζ <sub>Рд</sub> | R <sub>l</sub> + Z | Прим.    |
|---|-----------------------|--------|-------------------------|-------|-------|-------------------|---------------------|------|----------------|----------------------|--------------------|----------|
|   | L, м <sup>2</sup> /го | V, м/с | l, м                    | d, мм | F, м  |                   |                     |      |                |                      |                    |          |
| 1   | 2                     | 3      | 4                       | 7     | 8     | 9                 | 10                  | 11   | 12             | 13                   | 14                 | 15       |
| 17  |                       | 4,15   |                         | 800   | 0,502 | 0,21              | 0,263               |      | 10,35          | 63,239               | 63,502             | ΔP=22,2% |
| Діафрагма d = 506 мм  |                       |        |                         |       |       |                   |                     |      |                |                      |                    |          |
| Розрахункове P <sub>д</sub> : (P <sub>д</sub> . 1+2+3+4+5+6+7+8): 126,68 Па   |                       |        |                         |       |       |                   |                     |      |                |                      |                    |          |
| 18  | 7500                  | 5,26   | 1,2                     | 710   | 0,396 | 0,34              | 0,408               | 4,65 | 16,66          | 77,469               | 77,877             | ΔP=38,5% |
| Діафрагма d = 449 мм  |                       |        |                         |       |       |                   |                     |      |                |                      |                    |          |
| Розрахункове P <sub>д</sub> : (P <sub>д</sub> . 1+2+3+4+5+6+7+8+9): 169,04 Па |                       |        |                         |       |       |                   |                     |      |                |                      |                    |          |
| 19  | 7500                  | 5,26   | 6,3                     | 710   | 0,396 | 0,34              | 2,142               | 4,58 | 16,66          | 76,3028              | 78,4448            | ΔP=56,6% |
| Діафрагма d = 427 мм  |                       |        |                         |       |       |                   |                     |      |                |                      |                    |          |
|   |                       |        |                         |       |       |                   |                     |      |                |                      | 282,96             |          |

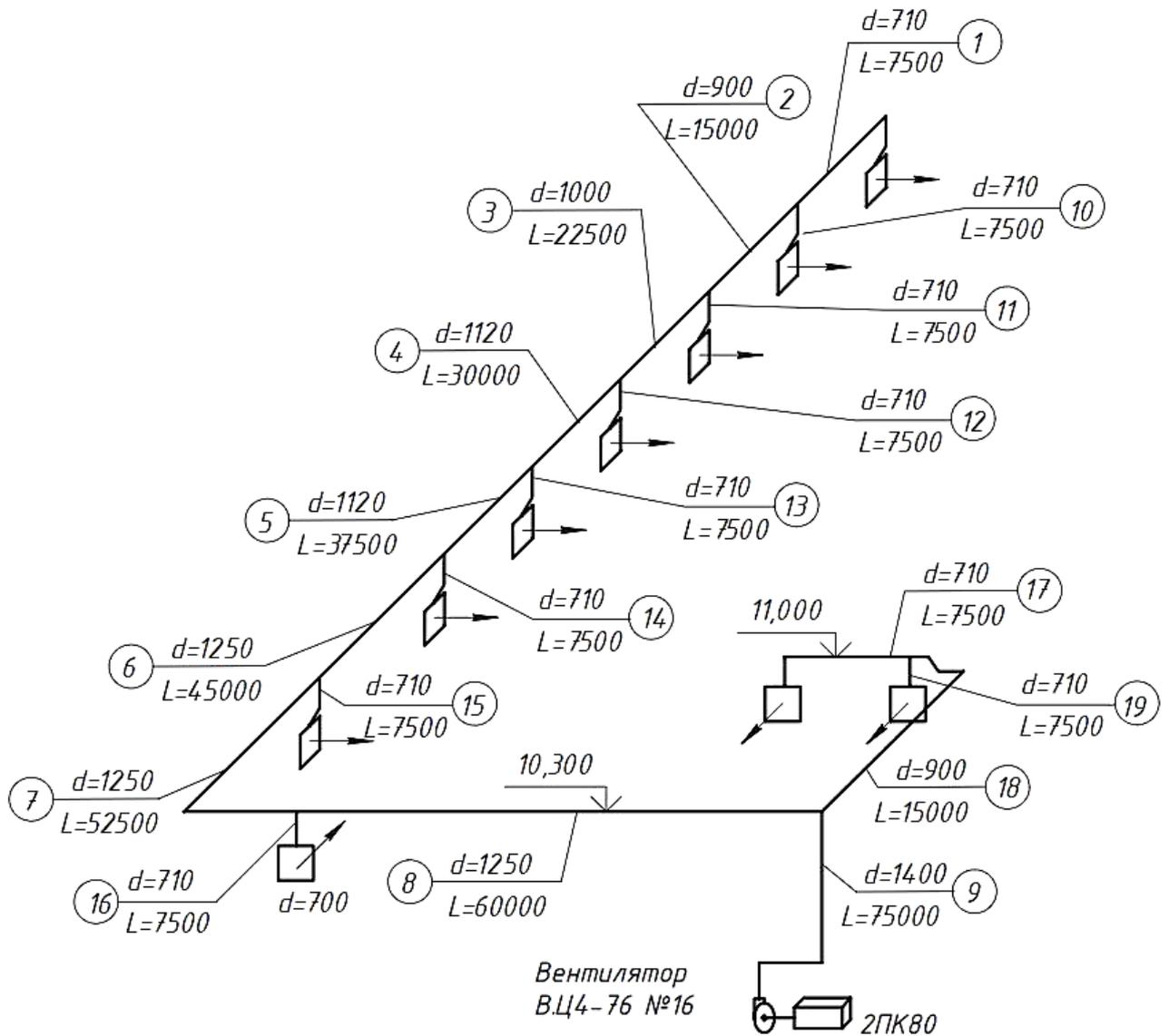
### 3.4.3 Аеродинамічний розрахунок загальнообмінної припливної системи П2

Розподілення припливного повітря у приміщення здійснюється за допомогою 3 НРВ і 7 ВПЕП (рис. 4.2), їх витрата повітря складає 75000 м<sup>3</sup>/год.

Аеродинамічні характеристики ділянок повітропроводу 1-8 системи П2 аналогічні відповідним ділянкам системи П1:

Загальний розрахунок зведений до таблиці 4.6 «Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції П2».

Рис. 4.2 Аксонометрична схема припливної системи вентиляції П2



|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 58   |

Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції П2».

Таблиця 3.6

| № ділянки   | Задані величини |        | Прийняті розрах. велич. |       |       | R, Па/м <sup>2</sup> | IR, Па | Σζ   | P <sub>дин</sub> | Z = ΣζP <sub>д</sub> | R <sub>д</sub> + Z | Прим.    |
|---|-----------------|--------|-------------------------|-------|-------|----------------------|--------|------|------------------|----------------------|--------------------|----------|
|   | L, куб. м/год   | V, м/с | l, м                    | d, мм | γ, м  |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| 1   | 2               | 3      | 4                       | 5     | 6     | 7                    | 8      | 9    | 10               | 11                   | 12                 | 13       |
| 1   | 7500            | 5,26   | 6,2                     | 710   | 0,396 | 0,34                 | 2,108  | 1,07 | 16,66            | 17,8262              | 19,9342            |          |
| 2   | 15000           | 6,55   | 5                       | 900   | 0,636 | 0,42                 | 2,1    | 0,1  | 25,4             | 2,54                 | 4,64               |          |
| 3   | 22500           | 7,96   | 5                       | 1000  | 0,785 | 0,54                 | 2,7    | 0,2  | 38,4             | 7,68                 | 10,38              |          |
| 4   | 30000           | 8,4    | 5                       | 1120  | 0,985 | 0,52                 | 2,6    | 0,2  | 42,32            | 8,464                | 11,064             |          |
| 5   | 37500           | 10,58  | 5,6                     | 1120  | 0,985 | 0,79                 | 4,424  | 0,1  | 67,56            | 6,756                | 11,18              |          |
| 6   | 45000           | 10,2   | 7                       | 1250  | 1,226 | 0,65                 | 4,55   | 0,1  | 62,52            | 6,252                | 10,802             |          |
| 7   | 52500           | 11,9   | 10,3                    | 1250  | 1,226 | 0,86                 | 8,858  | 0,3  | 85,02            | 25,506               | 34,364             |          |
| 8   | 60000           | 13,59  | 21                      | 1250  | 1,226 | 0,11                 | 2,31   | 0,4  | 111,2            | 44,48                | 46,79              |          |
| 9   | 75000           | 12,18  | 8,7                     | 1400  | 1,539 | 0,79                 | 6,873  | 0,4  | 89,32            | 35,728               | 42,601             |          |
| Розрахункове R <sub>д</sub> . (Р <sub>д</sub> . 1): 19,93 Па              |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| 10  | 7500            | 5,26   | 1,2                     | 710   | 0,396 | 0,34                 | 0,408  | 1,02 | 16,66            | 16,9932              | 17,4012            | ΔP=12,7% |
| Діафрагма d = 584 мм  |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| Розрахункове R <sub>д</sub> . (Р <sub>д</sub> . 1+2): 24,57 Па            |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| 11  | 7500            | 5,26   | 1,15                    | 710   | 0,396 | 0,34                 | 0,391  | 2,08 | 16,66            | 34,6528              | 35,0438            | ΔP=29,9% |
|   |                 | 4,15   |                         | 800   | 0,502 | 0,211                | 0,242  |      | 10,35            | 22,528               | 22,77              | ΔP=7,3%  |
| Розрахункове R <sub>д</sub> . (Р <sub>д</sub> . 1+2+3): 34,95 Па          |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| 12  | 7500            | 5,26   | 1,1                     | 710   | 0,396 | 0,34                 | 0,374  | 2,18 | 16,66            | 36,3188              | 36,6928            | ΔP=4,7%  |
| Розрахункове R <sub>д</sub> . (Р <sub>д</sub> . 1+2+3+4): 46,01 Па        |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| 13  | 7500            | 5,26   | 1,1                     | 710   | 0,396 | 0,34                 | 0,374  | 2,88 | 16,66            | 47,9808              | 48,3548            | ΔP=4,8%  |
| Розрахункове R <sub>д</sub> . (Р <sub>д</sub> . 1+2+3+4+5): 56,81 Па      |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| 14  | 7500            | 5,26   | 1,25                    | 710   | 0,396 | 0,34                 | 0,425  | 3,31 | 16,66            | 55,1446              | 55,5696            | ΔP =2,3% |
| Розрахункове R <sub>д</sub> . (Р <sub>д</sub> . 1+2+3+4+5+6): 91,17 Па    |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| 15  | 7500            | 5,26   | 1,25                    | 710   | 0,396 | 0,34                 | 0,425  | 5,41 | 16,66            | 90,1306              | 90,5556            | ΔP=0,7%  |
| Розрахункове R <sub>д</sub> . (Р <sub>д</sub> . 1+2+3+4+5+6+7): 137,96 Па |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| 16  | 7500            | 5,26   | 1,05                    | 710   | 0,396 | 0,34                 | 0,357  | 6,01 | 16,66            | 100,1266             | 100,4836           | ΔP=27,2% |
| Діафрагма d = 440 мм  |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |                  |                      |                    |          |
| 17  | 7500            | 5,26   | 6,2                     | 710   | 0,396 | 0,34                 | 2,108  | 1,02 | 16,66            | 16,9932              | 19,1012            |          |

Таблиця 3.6

| № ділянки   | Задані величини |        | Прийняті розрах. велич. |       |       | R, Па/м <sup>2</sup> | IR, Па | Σξ   | Рдин  | Z = Σξ Рд | RI + Z  | Прим.    |
|---|-----------------|--------|-------------------------|-------|-------|----------------------|--------|------|-------|-----------|---------|----------|
|   | L, куб. м/год   | V, м/с | l, м                    | d, мм | F, м  |                      |        |      |       |           |         |          |
| 1   | 2               | 3      | 4                       | 5     | 6     | 7                    | 8      | 9    | 10    | 11        | 12      | 13       |
| Розрахункове Рд. (Рд. 1+2+3+4+5+6+7+8): 180,56 Па |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |       |           |         |          |
| 18  | 15000           | 6,55   | 10                      | 900   | 0,636 | 0,42                 | 4,2    | 0,8  | 25,4  | 20,32     | 24,52   | ΔP=86,4% |
| Діафрагма d = 506 мм                              |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |       |           |         |          |
| Розрахункове Рд. (Рд. 17): 19,1 Па                |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |       |           |         |          |
| 19  | 7500            | 5,26   | 1,2                     | 710   | 0,396 | 0,34                 | 0,408  | 0,59 | 16,66 | 9,8294    | 10,2374 | ΔP=46,4% |
| Діафрагма d = 584 мм                              |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |       |           |         |          |
|   |                 |        |                         |       |       |                      |        |      |       |           | 223,16  |          |

### 3.5 Підбір вентиляторів

Вентилятори підбираємо за номограмою (Каталог вентиляторів ВЦ 4-75, 4-76 або ВР80-75) в залежності від витрати повітря ( $L$ , тис.  $\text{м}^3$ ) і повного тиску ( $P$ , Па) відповідної системи [10].

**П1:** ВЦ 4-76 № 16 (з'єднання б).

Аеродинамічні характеристики вентилятора ВЦ 4-76 № 16 наведені на рис. 3.3

$L = 75000 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  $P = 288 \text{ Па}$ ;  $\eta = 0,7$ ;  $n = 420 \text{ об./хв.}$ ;  $N = 10 \text{ кВт}$ .

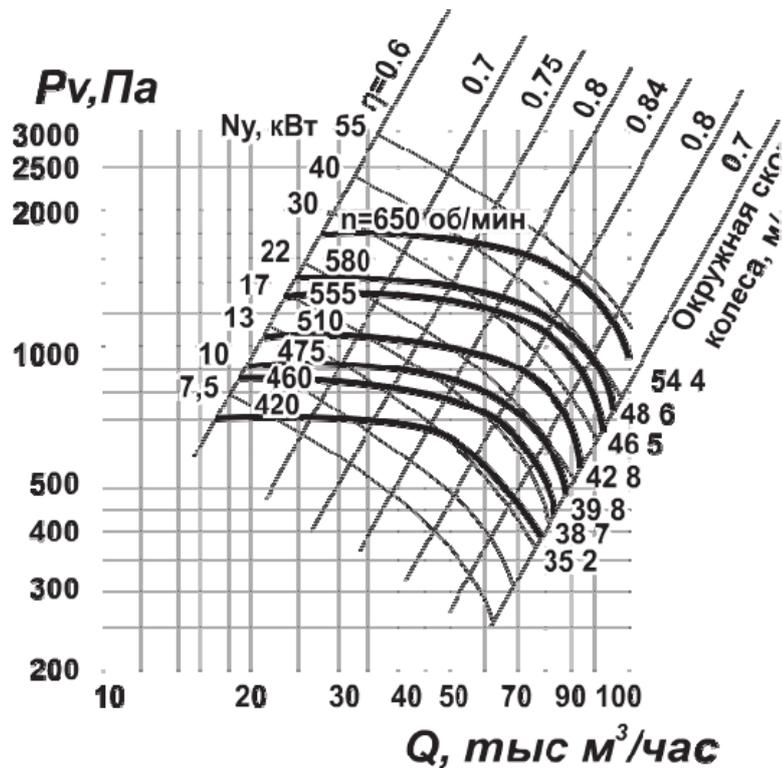


Рис. 3.3. Аеродинамічні характеристики вентилятора ВЦ 4-76 № 16

**П2:** ВЦ 4-76 № 16 (з'єднання б).

Аеродинамічні характеристики вентиляторів  $\eta = 0,7$ ;  $n = 1280 \text{ об./хв.}$

### Витяжна загальнообмінна механічна система вентиляції

Витяжна загальнообмінна механічна вентиляція здійснюється за рахунок дахових вентиляторів, кількість і потужність яких визначається залежно від сумарної витрати повітря на механічну витяжку, що дорівнює:

$$G_{\text{ВИТ}} = G^{\text{Ж}} + G_{\text{ВИТ}}^{\text{Г}} = 48587 + 23744,5 = 72331,5 \text{ кг/год.}$$

Визначаємось з кількістю дахових вентиляторів, необхідних для здійснення повітрообміну. Приймаємо 4-и радіальних дахових вентиляторів з витратою повітря 18,1 тис.м<sup>3</sup>/год. За графіком аеродинамічних характеристик радіальних дахових вентиляторів [11] (приведено на ст.32.) визначаємо їх тип: ВКР № 8 (L = 3,6-7,5 м<sup>3</sup>/с, двигун 132S6, N = 5,5 кВт; n = 960 об./хв.) та конструктивні характеристики.

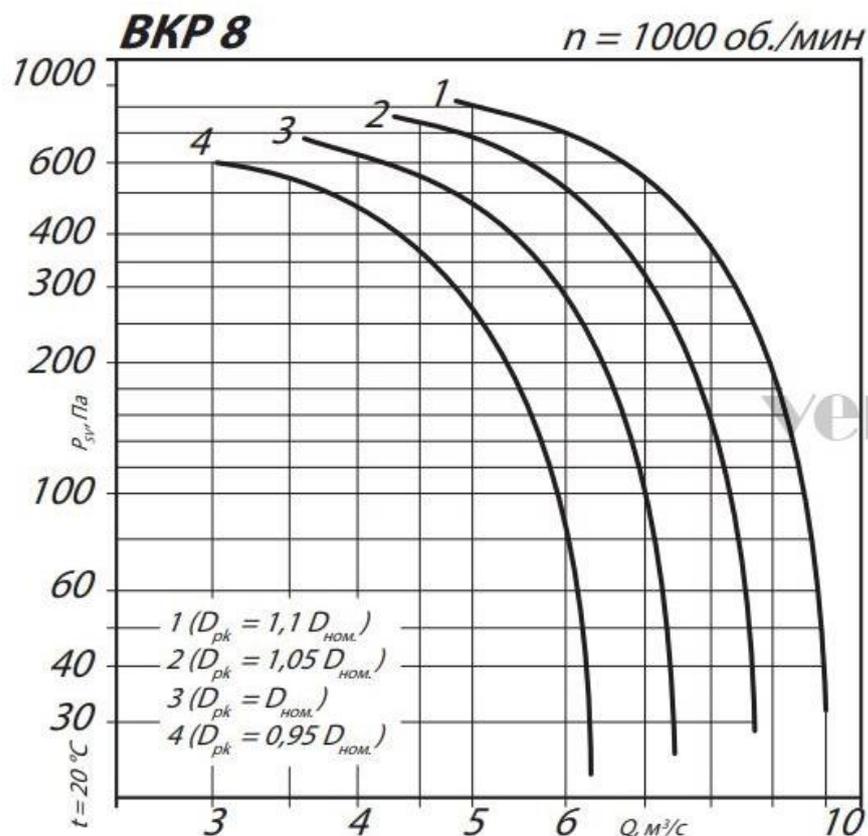


Рис. 3.4. Аеродинамічні характеристики вентилятора ВКР №8.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 62   |

### 3.6 Розрахунок аерації (загальнообмінної природної вентиляції)

Аерацією будівлі називається регульована природна організована вентиляція, яка здійснюється під дією атмосферного вітрового тиску. Аерація розраховується тільки для теплого періоду року.

#### *Грануляційне відділення*

$$h = 15,8 - 2,5 = 13,3 \text{ м;}$$

витрата повітря, яке надходить через віконні прорізи на цьому рівні, складає 40% від усього об'єму, тобто  $G_{\text{пр1}} = 0,4 \times G_{\text{пр}} = 0,4 \times 138424,5 = 55369,8 \text{ кг/год.}$

Визначимо густину зовнішнього і внутрішнього повітря;

$$\rho_{\text{н}} = 1,171 \text{ [кг/м}^3 \text{ ]}$$

$$\rho_{\text{в}} = \frac{353}{273 + t_{\text{н}}} = \frac{353}{273 + 28,75} = 1,17 \text{ [кг/м}^3 \text{ ]}$$

Загальний гравітаційний тиск:

$$\Delta p_{1-2} = 9,81 \times 13,3 \times (1,171 - 1,17) = 0,132 \text{ Па}$$

Природний гравітаційний тиск на припливні та витяжні прорізи:

$$\Delta P_{\text{пр}} = 0,25 \Delta p_{1-2} = 0,25 \times 0,132 = 0,033 \text{ Па;}$$

$$\Delta P_{\text{вит}} = 0,75 \Delta p_{1-2} = 0,75 \times 0,132 = 0,099 \text{ Па.}$$

Площа аераційних прорізів:

$$F_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{пр}}}{3600 \times \sqrt{\frac{2 \Delta P_{\text{пр}} \times \rho_{\text{пр}}}{\xi_{\text{пр}}}}} = \frac{55369,8}{3600 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,033 \times 1,171}{1,7}}} = 72,1 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{пр}}}{3600 \times \sqrt{\frac{2 \Delta P_{\text{пр}} \times \rho_{\text{пр}}}{\xi_{\text{пр}}}}} = \frac{27684,9}{3600 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,061 \times 1,171}{1,7}}} = 26,5 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість та розміри шахт: приймаємо 4 шахти довжина – 3,2 м; шириною – 2,5 м.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 63   |

## 4. Аспірація

### 4.1 Аеродинамічний розрахунок систем аспірації АС-1, АС-2, АС-3

#### АС-1

##### 1-ша ділянка (№19 обладнання)

Маючи значення витрати пилогазоповітряної суміші  $i$ , приймаючи швидкість руху 12 м/с, знаходимо орієнтовну площу перетину газоходу, яка складатиме:

$$F = \frac{L}{V \cdot 3600} = \frac{570}{12 \cdot 3600} = 0,0132 \text{ м}^2.$$

Визначимо площу перетину газоходів діл. 1, 5, 6, 7, 8. Вона складатиме:

$$F^{125} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,125^2}{4} = \underline{0,0133 \text{ м}^2}.$$

Визначимо швидкість руху пилогазоповітряної суміші на діл. 1:

$$V = \frac{L}{F^{125} \cdot 3600} = \frac{570}{0,0133 \cdot 3600} = 11,9 \text{ м/с}.$$

$$\sum \xi = 1,2 + \xi_{90^\circ} \cdot 2 + \xi_{\text{вн. р.}} = 1,2 + 0,3 \cdot 2 + 0,77 = 2,52. \text{ Р}_{\text{дин}} = 85,02 \text{ Па}.$$

##### 2-га ділянка

Знаходимо орієнтовну площу перетину:

$$F = \frac{2880}{15 \cdot 3600} = 0,053 \text{ м}^2,$$

Приймаємо 0,051 м<sup>2</sup>,

тоді параметри квадратного перерізу приймаємо **150 × 340 мм**.

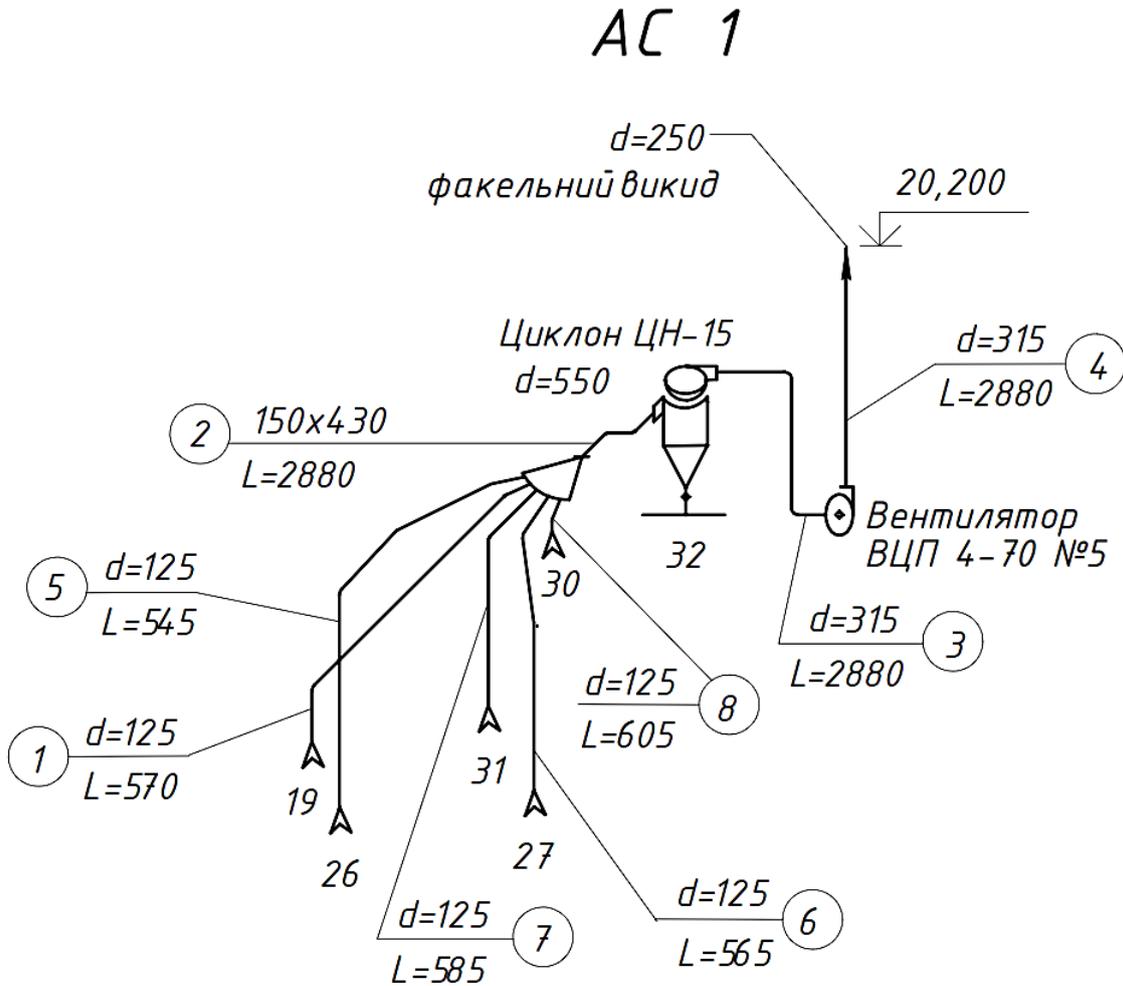
Швидкість руху пилогазоповітряної суміші:

$$V = \frac{2880}{0,051 \cdot 3600} = 15,68 \text{ м/с}.$$

$$\sum \xi = \xi_{90^\circ} \cdot 2 + \xi_{\text{вн. зв.}} + \xi_{\text{перех}} = 0,3 \cdot 2 + 0,1 = 0,7. \text{ Р}_{\text{дин}} = 147,6 \text{ Па}.$$

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 64   |

Рис. 4.1. Аксонометрична схема системи аспірації АС-1



### 3-тя ділянка

Знаходимо орієнтовну площу перетину приймаючи мінімальну швидкість руху пилогазоповітряної суміші 10 м/с:

$$F = \frac{2880}{10 \cdot 3600} = 0,08 \text{ м}^2.$$

Визначаємо діаметр:

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,08 \cdot 4}{3,14}} = 0,319 \text{ м,}$$

Приймаємо стандартний **315 мм**.

Уточнюємо площу перетину:

$$F^{355} = \frac{3,14 \cdot 0,315^2}{4} = 0,078 \text{ м}^2$$

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 65   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |



Аеродинамічний розрахунок системи аспірації АС-1».

Таблиця 4.1

| № п/п                                    | Обладнання                                 | Марка обладнання | Задані максимальні величини |        | Прийняті розрахункові величини |               |         |         |               |                         | $\zeta$ | $\zeta + \Sigma \zeta$ | Р дин  | Р ділянки |
|--|--|------------------|-----------------------------|--------|--------------------------------|---------------|---------|---------|---------------|-------------------------|---------|------------------------|--------|-----------|
|  |  |                  | L, куб. м/год               | V, м/с | L, м                           | Lp, куб.м/год | Vp, м/с | d, мм   | $\lambda / d$ | $\zeta = (\lambda/d)^2$ |         |                        |        |           |
| 1  | 2  | 3                | 4                           | 5      | 6                              | 7             | 8       | 9       | 10            | 11                      | 12      | 13                     | 14     | 15        |
| 1  | Елеватор сухого жому на зважування         | 19               | 570                         | 11,9   | 6,5                            | -             | -       | 125     | 0,081         | 0,527                   | 2,52    | 3,0465                 | 85,02  | 259,013   |
| Розрахункове Рд. (5, 6, 7, 8): 259,01 Па |  |                  |                             |        |                                |               |         |         |               |                         |         |                        |        |           |
| 5  | Конвеєр гвинтовий сухого жому на ваги      | 26               | 545                         | 11,38  | 7,2                            | -             | -       | 125     | 0,153         | 1,102                   | 2,54    | 3,6416                 | 76,12  | 277,199   |
| 6  | Бункер сухого жому перед вагами            | 27               | 565                         | 11,38  | 5,9                            | -             | -       | 125     | 0,057         | 0,336                   | 2,47    | 2,8063                 | 83,64  | 234,719   |
| 7  | Конвеєр стрічковий з магнітним сепаратором | 31               | 585                         | 12,2   | 4,5                            | -             | -       | 125     | 0,081         | 0,365                   | 2,27    | 2,6345                 | 89,32  | 235,314   |
| 8  | Елеватор сухого жому на granulację         | 30               | 605                         | 12,6   | 1,8                            | -             | -       | 125     | 0,043         | 0,077                   | 2,27    | 2,3474                 | 95,6   | 224,411   |
| 2  |  |                  | 2880                        | 15,68  | 1,3                            | -             | -       | 150x430 | 0,123         | 0,16                    | 0,7     | 0,8599                 | 147,6  | 126,921   |
| 3  |  |                  | 2880                        | 10,25  | 3,6                            | -             | -       | 355     | 0,042         | 0,151                   | 0,9     | 1,0512                 | 63,15  | 66,3833   |
| 4  |  |                  | 2880                        | 10,25  | 3,5                            | -             | -       | 355     | 0,092         | 0,322                   | 0,2     | 0,522                  | 63,15  | 21,0679   |
|  |  |                  |                             |        |                                |               |         |         |               |                         |         |                        | 473,38 |           |

## АС-2

### 1-а ділянка (19)

Так само, як і в аспіраційній системі АС-1, для з'єднання ділянок газоходу 1, 5, 6, 7 використовується колектор, теж з 5-ма отворами для відведень діаметром  $0,0125\text{ м}^2$  (рис. 4.2).

Аналогічно АС-1 площа перетину діл. 1, 5, 6, 7 складає:  $0,0133\text{ м}^2$ .

Визначимо швидкість руху пилогазоповітряної суміші на діл. 1:

$$V = \frac{L}{F^{125} \cdot 3600} = \frac{695}{0,0133 \cdot 3600} = 14,51 \text{ м/с.}$$

$$\sum \xi = 1,2 + \xi_{90^\circ} \cdot 2 + \xi_{\text{вн.р.}} = 1,2 + 0,3 \cdot 2 + 0,77 = 2,52. \text{ Р}_{\text{дин}} = 126,67 \text{ Па.}$$

### 3-тя ділянка

Аналогічно діл. 2 визначаємо орієнтовну площу перетину  $F = 0,067\text{ м}^2$  і діаметр газоходу  $d = 280\text{ мм}$ . Уточнюємо площу перетину  $F^{280} = 0,062\text{ м}^2$

і швидкість руху пилогазоповітряної суміші  $V = 12,54\text{ м/с}$ .

$$\frac{f_n}{f_c} = \frac{0,062}{0,062} = 1;$$

$$\frac{f_o}{f_c} = \frac{0,0079}{0,062} = 0,13;$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{505}{3155} = 0,16 \Rightarrow \xi_{\text{нр}} = -0,22.$$

$$\sum \xi = \xi_{90^\circ} + 0,1 = 0,3 + 0,1 = 0,4. \text{ Р}_{\text{дин}} = 94,28 \text{ Па.}$$

### 4-та ділянка

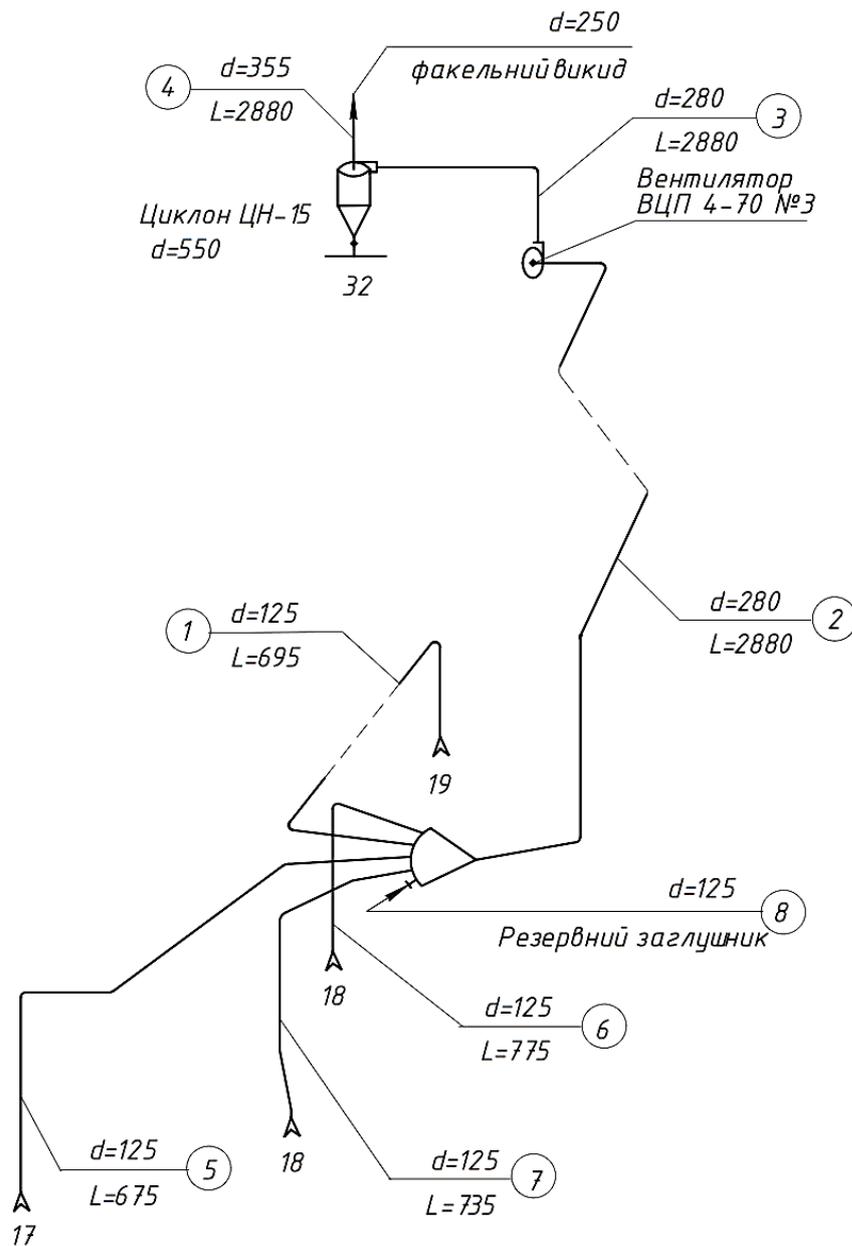
Діаметр  $d = 355\text{ мм}$ , швидкість руху пилогазоповітряної суміші  $V = 10,25\text{ м/с}$  (аналогічно 3-й діл. АС-1)  $\sum \xi = 0,1 + 0,1 = 0,2. \text{ Р}_{\text{дин}} = 63,15\text{ Па}$ .

### 4-та ділянка

Діаметр  $d = 355\text{ мм}$ , швидкість руху пилогазоповітряної суміші  $V = 10,25\text{ м/с}$  (аналогічно 3-й діл. АС-1)  $\sum \xi = 0,1 + 0,1 = 0,2. \text{ Р}_{\text{дин}} = 63,15\text{ Па}$ .

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 68   |

Рис. 4.2 Аксонометрична схема системи аспірації АС-2



**5-та ділянка (17)**

Діаметр газоходу  $d = 125 \text{ мм}$  (аналогічно ділянці 1).

$$V = \frac{675}{0,0133 \cdot 3600} = 14,1 \text{ м/с.}$$

Швидкість руху пилогазоповітряної суміші:

$$\sum \xi = 1,2 + \xi_{150^\circ} \cdot 2 + \xi_{90^\circ} + \xi_{\text{вн.р.}} = 1,2 + 0,22 \cdot 2 + 0,3 + 0,77 = 2,71 \cdot P_{\text{дин}} = 119,7 \text{ Па.}$$

**6-та ділянка (18)**

Діаметр газоходу  $d = 125 \text{ мм}$  (аналогічно ділянці 1, 5).

Швидкість руху пилогазоповітряної суміші:

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 69   |



Аеродинамічний розрахунок системи аспірації АС-2».

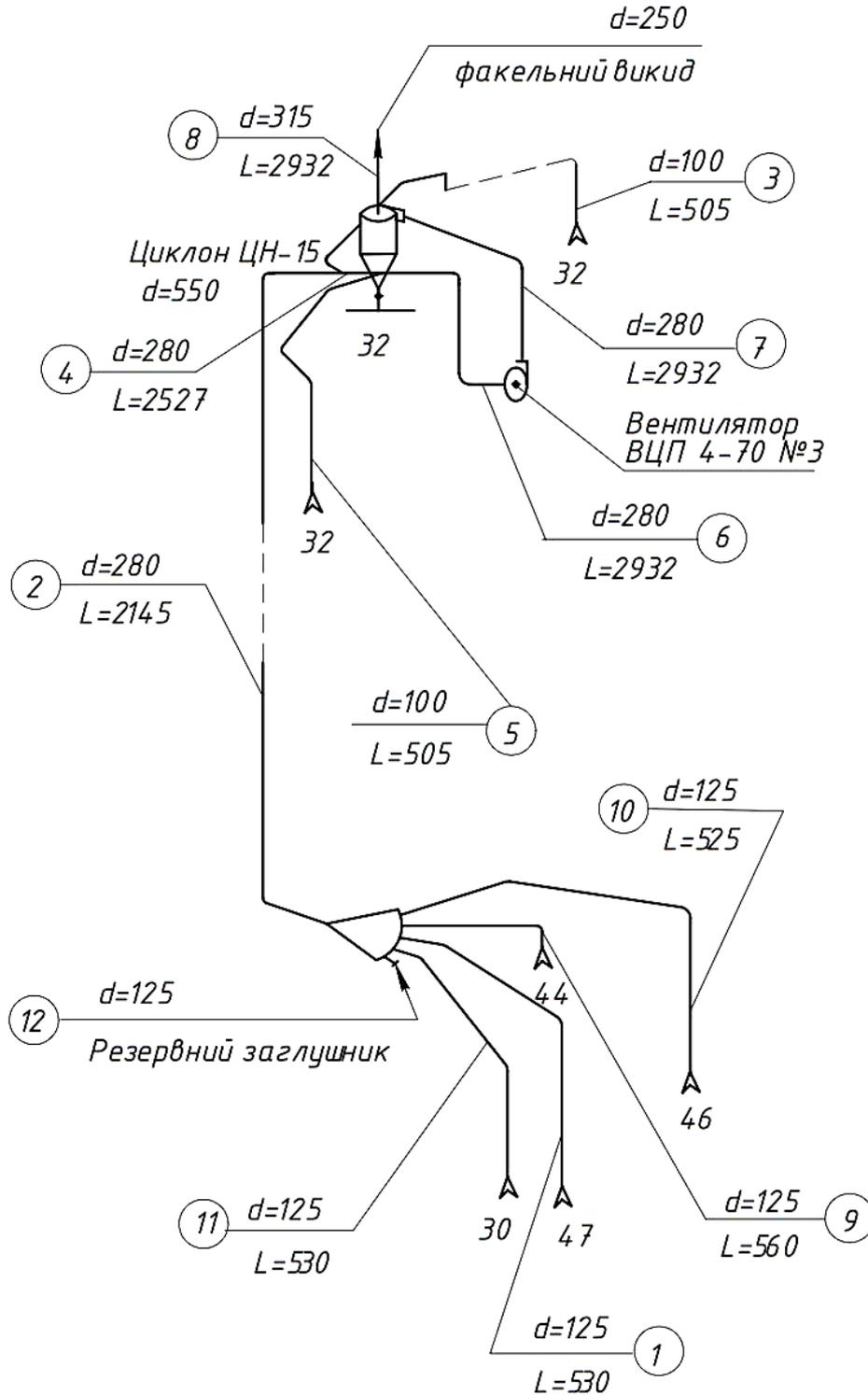
Таблиця 4.2

| № п/п   | Обладнання   | Марка обладнання | Задані максимальні величини |        | Прийняті розрахункові величини |            |         |       |             | $\zeta = (\lambda/d) \cdot l$ | $\zeta$ | $\zeta + \Sigma \zeta$ | Р <sub>дин</sub> | Р ділянки     |
|---|--|------------------|-----------------------------|--------|--------------------------------|------------|---------|-------|-------------|-------------------------------|---------|------------------------|------------------|---------------|
|   |  |                  | L, куб.м/год                | V, м/с | l, м                           | Lp, м³/год | Vp, м/с | d, мм | $\lambda/d$ |                               |         |                        |                  |               |
| 1   | 2  | 3                | 4                           | 5      | 6                              | 7          | 8       | 9     | 10          | 11                            | 12      | 13                     | 14               | 15            |
| 1   | Елеватор сухого жому на зважування                       | 19               | 695                         | 14,51  | 10,5                           | -          | -       | 125   | 0,146       | 1,533                         | 2,52    | 4,053                  | 126,67           | 513,394       |
| 2   |  |                  | 2880                        | 12,54  | 27,2                           | -          | -       | 280   | 0,057       | 1,5504                        | 1,24    | 2,79                   | 94,28            | 263,079       |
| 3   |  |                  | 2880                        | 12,54  | 5                              | -          | -       | 280   | 0,057       | 0,285                         | 0,4     | 0,685                  | 94,28            | 64,5818       |
| 4   |  |                  | 2880                        | 10,25  | 1,5                            | -          | -       | 355   | 0,048       | 0,072                         | 0,2     | 0,272                  | 63,15            | 17,1768       |
| Розрахункове Р <sub>д</sub> (5, 6, 7): 513,4 Па |  |                  |                             |        |                                |            |         |       |             |                               |         |                        |                  |               |
| 5   | Конвеєр гвинтовий сухого жому на елеватор                | 17               | 675                         | 14,1   | 13,5                           | -          | -       | 125   | 0,141       | 1,9035                        | 2,71    | 4,614                  | 119,7            | 552,236       |
| 6   | Конвеєр гвинтовий сухого жому від сушильної установки №3 | 18               | 775                         | 16,17  | 4,8                            | -          | -       | 125   | 0,141       | 0,6768                        | 2,27    | 2,947                  | 156,4            | 460,88        |
| 7   | Конвеєр гвинтовий сухого жому на елеватор                | 18               | 735                         | 15,35  | 8,1                            | -          | -       | 125   | 0,141       | 1,1421                        | 2,6     | 3,742                  | 141,3            | 528,759       |
| 8   | Резервний заглушник                                      |                  |                             |        |                                |            |         | 125   |             |                               |         |                        |                  |               |
|   |  |                  |                             |        |                                |            |         |       |             |                               |         |                        |                  | <b>858,23</b> |

### АС-3

Розрахунок аспіраційної системи АС-3 виконуємо аналогічно з системами АС-1, АС-2.

Рис. 4.3. Аксонометрична схема системи аспірації АС-3



Загальний розрахунок зведений до таблиці 4.3 «Аеродинамічний розрахунок системи аспірації АС-3»

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 72   |

Аеродинамічний розрахунок системи аспірації АС-3».

Таблиця 4.3

| № п/п | Обладнання                                     | Марка обладнання | Задані максимальні величини         |        | Прийняті розрахункові величини |                |         |       |               | $\zeta_{\Sigma}$ | $\zeta_{\Sigma} + \Sigma \zeta$ | Рдин  | Р ділянки |        |
|-------|--|------------------|-------------------------------------|--------|--------------------------------|----------------|---------|-------|---------------|------------------|---------------------------------|-------|-----------|--------|
|       |  |                  | L, куб. м/год                       | V, м/с | l, м                           | Lp, куб. м/год | Vp, м/с | d, мм | $\lambda / d$ |                  |                                 |       |           |        |
| 1     | 2  | 3                | 4                                   | 5      | 6                              | 7              | 8       | 9     | 10            | 11               | 12                              | 13    | 14        | 15     |
| 1     | Дозатор гвинтовий сухого жому на елеватор      | 47               | 530                                 | 11,07  | 7,3                            | -              | -       | 125   | 0,153         | 1,1169           | 2,49                            | 3,607 | 73,57     | 265,36 |
| 2     |  |                  | 2145                                | 9,61   | 15,1                           | -              | -       | 280   | 0,059         | 0,8909           | 1,22                            | 2,111 | 55,37     | 116,88 |
| 3     | Конвеєр двошнековий сухого жому на грануляц.   | 32               | 505                                 | 17,75  | 5,2                            |                |         | 100   | 0,183         | 0,9516           | 2,57                            | 3,522 | 188,75    | 664,7  |
|       |  |                  | Розрах. Рд. (11): 382,24 Па         |        |                                | 382            | 13,44   |       |               |                  | 382,24 / 3,522 =                |       | 108,53    | 382,24 |
| 4     |  |                  | 2527                                | 11,32  | 0,6                            | -              | -       | 280   | 0,059         | 0,0354           | 0,22                            | 0,255 | 77,01     | 19,668 |
| 5     | Конвеєр двошнековий сухого жому на грануляц.   | 32               | 505                                 | 17,75  | 5,2                            |                |         | 100   | 0,183         | 0,952            | 2,29                            | 3,302 | 188,75    | 623,25 |
|       |  |                  | Розрах. Рд. (12): 401,91 Па         |        |                                | 405            | 14,25   |       |               |                  | 403,85 / 3,302 =                |       | 122,3     | 403,85 |
| 6     |  |                  | 2932                                | 13,14  | 4,3                            | -              | -       | 280   | 0,057         | 0,2451           | 0,7                             | 0,945 | 103,38    | 97,704 |
| 7     |  |                  | 2932                                | 13,14  | 4                              |                |         | 280   | 0,057         | 0,228            | 0,4                             | 0,628 | 103,38    | 64,923 |
| 8     |  |                  | 2932                                | 10,44  | 1,7                            |                |         | 355   | 0,048         | 0,0816           | 0,2                             | 0,282 | 65,54     | 18,456 |
|       |  |                  | Розрахункове Рд. (7,8,9): 265,36 Па |        |                                |                |         |       |               |                  |                                 |       |           |        |
| 9     | Грохот ексцентриковий                          | 44               | 560                                 | 11,7   | 3,9                            | -              | -       | 125   | 0,153         | 0,5967           | 2,27                            | 2,867 | 82,26     | 235,81 |
| 10    | Конвеєр стрічковий гранульованого жому в склад | 46               | 525                                 | 10,97  | 9,5                            | -              | -       | 125   | 0,153         | 1,4535           | 2,49                            | 3,944 | 72,22     | 284,8  |
| 11    | Елеватор сухого жому на грануляцію             | 30               | 530                                 | 11,07  | 6,2                            | -              | -       | 125   | 0,153         | 0,9486           | 2,27                            | 3,219 | 73,57     | 236,79 |
| 12    | Резервний заглушник                            |                  |                                     |        |                                |                |         | 125   |               |                  |                                 |       |           |        |
|       |  |                  |                                     |        |                                |                |         |       |               |                  |                                 |       |           | 582,99 |

## 4.2 Підбір вентиляторів

Вентилятори, відповідні кожній системі, підбираємо за номограмою (Каталог пылевых вентиляторов ВЦП 7-40, ВР 6-45, ВР 100-45, ВРП 115, ВЦП 140-40).

### АС1: ВЦП 7-40 №5.

Аеродинамічні характеристики вентиляторів ВЦП 7-40 №5

$\eta = 0,8$ ;  $n = 920$  об/хв;  $N = 0,75$  кВт

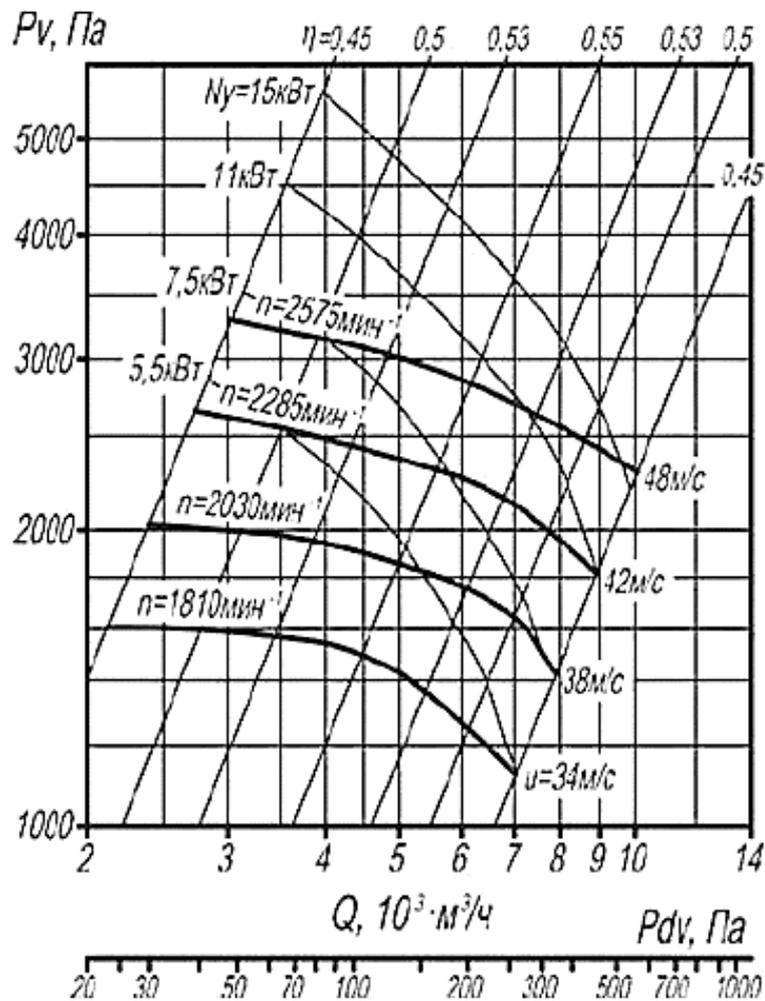


Рис. 4.4. Аеродинамічні характеристики вентилятору ВЦП 7-40 №5.

### АС2: ВЦП 7-40 №5

Аеродинамічні характеристики вентиляторів ВЦП 4-75 №3,15 095-2

$\eta = 0,79$ ;

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 74   |

$n = 2810$  об/хв;  $N = 1,1$  кВт.

**АС3: ВЦП7–40 №5.**

Аеродинамічні характеристики вентиляторів ВЦ4–75 №3,15 090-2

$\eta = 0,7$ ;

$n = 2810$  об/хв;  $N = 1,1$  кВт.

### 4.3 Заходи з енергозбереження в системах вентиляції

Електроенергія в системах вентиляції витрачається на роботу припливних і витяжних вентиляторів, циркуляційних насосів систем утилізації тепла вентиляційних викидів. Раціональне застосування енергозберігаючих рішень дозволить значно скоротити енерговитрати систем вентиляції.

Заходи щодо економії електроенергії у вентиляційних системах:

1. Заміна вентиляторів старих типів із ККД 50-63% на сучасні вентилятори з ККД 80-86% дає економію електроенергії 20-30%.

2. Регулювання витяжної вентиляції шиберами на робочому місці замість регулювання на нагнітанні дає економію електроенергії 10%;

Заміна загальнообмінних цехових систем вентиляції на місцеві індивідуальні рекуперативні системи витяжки, розташовані в зонах шкідливих викидів, заощаджує до 50% електроенергії;

4. Використання регульованого частотного приводу вентиляторів, а також багато-швидкісних електродвигунів дозволяє заощаджувати 20-30% електроенергії;

5. Автоматичне керування вентиляційними установками шляхом:  
- встановлення блокування індивідуальних витяжних систем на включення тільки при роботі механізмів джерела викидів дає економію електроенергії 25-70%;

- автоматичного регулювання температури теплоносія калориферів припливних камер залежно від температури навколишнього повітря дозволяє

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 75   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

601-НТ 16164

заощаджувати до 10-15% електроенергії;

- переведення у режими «робочий час» - «неробочий»; «режим вихідного дня» за допомогою реле 2РВМ, ВР-44 тощо;

6. Впровадження графіків роботи вентиляційних систем - відключення в обідній час, після закінчення роботи - дає економію електроенергії до 20%;

7. Усунення дефектів вентиляційних систем, отриманих при некваліфікованій складанні, монтажі й ремонтах вентиляційних установок. До таких дефектів відносять:

- зняття обтічника перед входом у робоче колесо знижує ККД на 10%;

- укорочений дифузор знижує ККД на 6%;

- колесо осьового вентилятора перевернено, ККД вентилятора знижується на 20-40%;

- збільшений зазор між робочим колесом й всмоктувальним патрубком відцентрового вентилятора;

- неякісне виготовлення й монтаж відводів, трійників, колін, погана штукатурка каналів, вм'ятини (ці дефекти збільшують гідравлічний опір системи).

8. Впровадження високоекономічних радіальних вентиляторів із загнутими вперед лопатками підвищує ККД установки на 10-12%.

9. Одним з найбільш складних та ефективних технічних рішень з підвищенням енергоефективності систем є вентиляційні системи з перемінною витратою повітря (VAV – Variable Air Volume). Зміна теплового навантаження приміщення компенсується через зміну об'ємів припливного та витяжного повітря при його постійній температурі, що надходить від припливної системи вентиляції. Вентиляційна мережа VAV реагує на зміну теплового навантаження окремих приміщень або зон цеху та змінює фактичну витрату повітря, що подається в задане приміщення або зону. Внаслідок цього вентиляційна система VAV працює при загальному значенні витрати повітря менший час, ніж необхідно при сумарному тепловому навантаженні всіх окремих приміщень. Це забезпечує зниження споживання енергії при збереженні заданої якості повітря

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 76   |

всередині приміщення, яке складає 25 % та вище у порівнянні з вентиляційними системами з постійною витратою повітря.

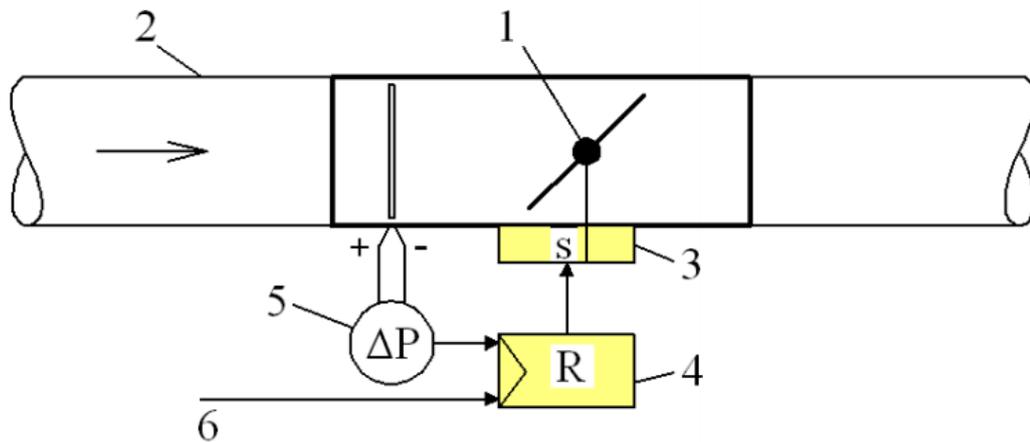


Рис. 4.5. Основні елементи терміналу VAV та взаємозв'язки між ними.

1 – дросельний засув регулятора; 2 – повітропровід; 3 – електропривод дросельного засува; 4 – VAV регулятор; 5 – перетворювач перепаду тиску; 6 – зовнішній керуючий сигнал

#### 4.4 КВП та автоматика вузлу управління системи аспірації

##### *Короткий опис технології роботи обладнання*

У цьому дипломному проекті питання автоматизації вирішується для систем аспірації ділянки жомосушального відділення цукрового заводу.

Основне завдання автоматичного регулювання вузла управління – це підтримання балансу тиску для різних ділянок системи аспірації та заданої температури між гілками мережі.

Питання розробки системи автоматизації розглядаються обсягом вимог, які у технічному завданні. Тому метою дипломної роботи є виявлення остаточних технічних рішень, що дають повне уявлення про сучасні системи автоматизації та контролю технологічних параметрів, а також оцінки їх відповідності вимогам технічного завдання, технологічних конструкцій деталей та вузлів,

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 77   |

ступеня складності їх виготовлення, зручності експлуатації тощо. Автоматичне регулювання вузла управління здійснюється з допомогою трьох локальних САР:

- 1) регулювання температури потоку системи аспірації;
- 2) регулювання тиску в різних ділянках мережі системи;
- 3) регулювання витрати повітря.

У цьому дипломному проекті детально розглядається та аналізується автоматичне регулювання температури потоку системи аспірації.

Автоматична система регулювання температури потоку системи аспірації призначена для підтримки заданого температурного режиму у системі аспірації.

З цією метою тепловий вузол системи аспірації розбивається на низку ділянок, на виході кожного з яких має підтримуватись задане значення температури, що визначається технологічною схемою роботи або технологічною картою, затвердженою для роботи на обладнанні. Таким чином, об'єктом регулювання є система аспірації між точкою введення регулюючого впливу та точкою контролю регульованої температури.

*Розробка функціональної схеми та зіставлення замовленої специфікації АСР температури пилоповітряної суміші.*

Розробка функціональної схеми АСР

Функціональні схеми є основним технічним документом, що визначають функціонально-блочну структуру окремих вузлів автоматичного контролю, управління та регулювання технологічного процесу та оснащення об'єкта управління приладами та засобами автоматизації.

Під час розробки функціональних схем автоматизації технологічних процесів необхідно вирішити такі завдання:

- вивчити технологічну схему автоматизованого об'єкта;
- скласти перелік контрольованих параметрів технологічного процесу та технологічного обладнання;

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
|      |      |          |        |      |        |       | 78   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       |      |

- на технологічній схемі об'єкта автоматизації визначити розташування точок відбору вимірювальної інформації;
- визначити граничні робочі значення контрольованих параметрів;
- вибрати структуру вимірювальних каналів;
- вибрати методи та технічні засоби отримання, перетворення, передачі, подання та реєстрації вимірювальної інформації;
- вирішити питання розміщення технічних засобів автоматизації на технологічному обладнанні, трубопроводах, за місцем та на щитах;
- погодити параметри вимірювальних каналів та ІВК.

У процесі розробки функціональної схеми та вибору технічних засобів необхідно враховувати особливості технологічного процесу, умови пожежо- та вибухонебезпечності, агресивності та токсичності навколишнього середовища, параметри та фізико-хімічні властивості технологічних середовищ, відстань від місць встановлення датчиків «відбору», приймальних пристроїв до постів контролю, необхідну точність та швидкодію засобів автоматизації.

Функціональна схема АСР температури та тиску пилоповітряної суміші в системі аспірації, розроблена в дипломному проекті, представлена у графічній частині.

Імпульс, що характеризує температуру та тиску пилоповітряної суміші перед регульованим вузлом управління, формується датчиком температури, потім надходить на нормуючий перетворювач для перетворення неуніфікованого сигналу в уніфікований струмовий сигнал 0-5мА. Цей сигнал подається на вхід регулюючого пристрою. Імпульс, що характеризує температуру та тиску пилоповітряної суміші на виході з вузла управління (основна регульована величина), що формується датчиком температури, потім через нормуючий перетворювач, імпульс надходить на вхід регулюючого пристрою. У ньому сигнал, що надходить порівнюється із сигналом задатчика. Залежно від результату (тобто, менше або більше температура та тиску пилоповітряної суміші щодо заданого значення) сигнал подається на блок ручного управління, після чого він надходить на пускач. Сигнал на відкриття

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        |       |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--------|-------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | Арк.  |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | 79    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  | 601-НТ | 16164 |

або закриття регулюючого клапана з пускача надходить на виконавчий механізм, який пов'язаний із регулюючим клапаном механічно.

*Огляд засобів вимірювання та регулювання, що випускаються, вибір апаратури*

*Методика вибору датчиків*

При виборі датчиків технологічних параметрів слід враховувати ряд факторів метрологічного та режимного характеру, найбільш суттєві з яких такі:

- 1) допустима для вимірювальних систем похибка, що визначає клас точності датчика;
- 2) межі вимірювання датчика, у межах яких гарантована певна точність виміру;
- 3) інерційність датчика, що характеризується постійним часом;
- 4) вплив фізичних параметрів контрольованого та навколишнього середовища (температури, тиску, щільності, вологості) на нормальну роботу датчика;
- 5) руйнівний вплив на датчик контрольованої та навколишнього середовища внаслідок її абразивних властивостей, хімічного впливу та інших факторів;
- 6) наявність у місці встановлення датчика неприпустимих для нього нормального функціонування магнітних та електричних полів, вібрацій, радіоактивних випромінювання та ін;
- 7) можливість застосування датчика з точки зору вимог пожежо- та вибухобезпеки;
- 8) відстань, на яку може бути передана інформація, одержана за допомогою датчика;
- 9) граничні, значення вимірюваної величини та інших параметрів середовища, що впливають на роботу та датчика.

При вимірі температури на об'єктах теплоенергетики як первинних термоперетворювачів використовують термоперетворювачі опору (ТПС) та термоелектричні перетворювачі (ТЕП).

Розглянемо структуру вимірювального каналу температури. Вимірювальний канал складається з датчика температури та нормуючого перетворювача, необхідного для нормалізації сигналу вимірювальної інформації.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 80   |

У діапазоні вимірювання температур від -50 °С до +150 °С застосовуються мідні термометри опору;

платинові термометри опору застосовуються за необхідності забезпечення підвищеної точності в діапазоні вимірюваних температур від -50 оС до +500 оС;

в інших випадках застосовуються термопари. Таким чином, для вимірювання температури вибираємо термоперетворювач опору мідний (ТММ).

На другому етапі визначають типорозмір (сукупність технічних характеристик) обраного різновиду датчика. Вибираємо номінальну статичну характеристику - 50М, тип - 0193. Мідні термоелектричні перетворювачі широко застосовуються для вимірювання температури газових середовищ, пари та рідин.

#### *Методика вибору проміжних перетворювачів*

Проміжні перетворювачі призначені для перетворення сигналу одного виду до іншого без зміни кількості інформації.

Проміжні перетворювачі використовують для узгодження параметрів вхідних та вихідних сигналів окремих технічних засобів автоматизації та комплексів технічних засобів.

Залежно від призначення (перетворення сигналу датчика на вході в систему автоматизації або перетворення сигналу для виведення його із системи) вибирають вхідні або вихідні проміжні перетворювачі. Вхідні проміжні перетворювачі застосовують для перетворення неуніфікованого сигналу, що надходить від датчика, уніфікований сигнал або перетворення уніфікованого сигналу одного виду та способу подання в інший вид або спосіб подання.

Вихідні проміжні перетворювачі застосовують для узгодження вихідних сигналів обчислювальних пристроїв із входами пристроїв виводу інформації.

Попередньо вхідні перетворювачі вибирають по класифікаційним ознакам. Потім, якщо перетворювачі виготовляються серійно, за технічними характеристиками остаточно вибирають тип перетворювача. При цьому береться до уваги необхідний клас точності перетворення та ймовірність безвідмовної роботи. Доцільно використовувати перетворювачі одного й того

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 81   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |

самого заводу-виробника. Нам необхідно вибрати проміжний перетворювач з наступними технічними характеристиками; вхідний сигнал – зміна температури; вихідний сигнал 0-5 мА постійного струму. Такий перетворювач може бути класифікований як перетворювач неуніфікованого сигналу уніфікований, аналоговий, електричний. За цією класифікацією з каталогів заводів-виробників або галузевих каталогів можна вибрати необхідний перетворювач за відмінними особливостями (вхідним та вихідним сигналам, класу точності, надійності, заводу-виробнику).

Вибираємо проміжний перетворювач Ш-9321-2-09-0.

Проектована система автоматизації будується на основі приладів регулюючих програмованих мікропроцесорних типу ПРОТАР.

Цей прилад виконує такі функції:

- формування алгоритмів жорсткої структури, що включають один з видів регулювання ПД, ПІ, ПД, ПІ; сигналізація граничних відхилень верхнього та нижнього рівня, введення статичної та динамічного балансування;
- формування алгоритмів з використанням набору функцій, наявних у програмному забезпеченні приладу, з можливістю автоматичної перебудови структури;
- автоматична зміна параметрів налаштування за введеними алгоритмів;
- програмне регулювання та формування сигналу програмного задатчика;
- гальванічний поділ аналогових та дискретних вхідних сигналів;
- ненаголошене перемикання режимів управління з автоматичним на ручне та назад, ручне керування з пульта оператора;
- світлодіодна індикація встановленого режиму управління, функціонування імпульсного та дискретних виходів;
- цифрова індикація вхідних та вихідних аналогових сигналів, параметрів налаштування та змінних, що входять до структури приладу;

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  | 82   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |  |      |

- формування сигналу діагностики відмов. Регулюючий пристрій ПРОТАР 110 призначений для формування динамічних властивостей ПД, ПІ, ПД та П законів регулювання автоматичних регуляторів, що містять електричні виконавчі механізми постійної швидкості.

Сигнал завдання формується задатчиком.

РЗД-12 – коригування завдання в межах  $\pm 5\%$ , що регулює приладом шляхом зміни опору потенціометра 0-10, 0-2,2 ком.

РЗД-22 - встановлення завдання в діапазоні 0-100%, перетворення сигналів.

Виберемо ручний задатчик РЗД-22, оскільки він забезпечує встановлення завдання в діапазоні 0-100%.

Управління об'єктом може здійснюватися як автоматично, так і дистанційно.

Вибір режиму керування здійснюється ключем блоку управління. У дипломному проекті роботі використовуємо БРУ-22 як повністю що задовольняє покладеним на нього вимогам: ручне або дистанційне перемикання ланцюгів керування на два положення; світлова сигналізація положення ланцюгів, керування виконавчими механізмами.

У системах автоматичного регулювання рекомендується використовувати безконтактні способи керування МЕО як найбільш надійні. Для вибраного типу МЕО виробником рекомендується використання пускач безконтактний реверсивний ПБР-3А, як розроблених для спільної експлуатації.

ПБР-3А – призначений для безконтактного керування електричними виконавчими механізмами згідно з ГОСТ 7192, у приводі яких використано однофазні електродвигуни. ПБР-3А забезпечує пуск, реверс електродвигуна, гальмування та захист від перевантаження.

Виконавчий механізм вибираємо за необхідним крутним моментом на вихідному валу. Найпоширенішими виконавчими механізмами нашої країни є виконавчі механізми ВАТ «ЗЕіМ».

За номенклатурним каталогом ВАТ "Завод електроніки та механіки", м. Київ вибираємо МЕО-40/63-0,63-93, де 40/63 – номінальне значення моменту, що крутить, Н.м / номінальне час повного ходу за секунди.

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       | 83   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |      |





## Розділ 5

### Оцінка величин викидів та впливу на атмосферне повітря

#### 5.1 Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від теплогенератора сушильної установки POL-25

Розрахунок потужності викидів забруднюючих речовин (т/рік) від теплогенератора сушильної установки POL-25 виконаний за методикою «Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок», Київ, 2002 р. ГКД 34.02.305-2002.

Питома маса кожного газу в сухому паливі визначається за формулами (додаток Б):

$$m_{\text{CH}_4} = 0,716 \times 0,01(\text{CH}_4)_v = 0,716 \times 0,01 \times 98,90 = 0,7081$$

$$m_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1,342 \times 0,01(\text{C}_2\text{H}_6)_v = 1,342 \times 0,01 \times 0,12 = 0,0016$$

$$m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 2,593 \times 0,01(\text{C}_4\text{H}_{10})_v = 2,593 \times 0,01 \times 0,01 = 0,0003$$

$$m_{\text{N}_2} = 1,250 \times 0,01(\text{N}_2)_v = 1,250 \times 0,01 \times 0,90 = 0,0113$$

$$m_{\text{O}_2} = 1,964 \times 0,01(\text{O}_2)_v = 1,964 \times 0,01 \times 0,06 = 0,0012$$

де  $m_i$  – питома маса  $i$  - того газу в 1  $\text{м}^3$  сухого газоподібного палива,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$(i)_v$  – Об'ємний вміст  $i$  - того газу, %.

Масовий елементарний склад сухого газоподібного палива визначається за формулами:

$$C^{daf} = \frac{100}{\rho_H} \left( \sum \frac{12p}{12p+q} m_{\text{C}_p\text{H}_q} + 0,429m_{\text{CO}} + 0,273m_{\text{CO}_2} \right)$$

$$H^{daf} = \frac{100}{\rho_H} \left( \sum \frac{q}{12p+q} m_{\text{C}_p\text{H}_q} + 0,059m_{\text{H}_2\text{S}} \right)$$

$$N^{daf} = \frac{100}{\rho_H} m_{\text{N}_2}$$

$$S^{daf} = \frac{100}{\rho_H} (0,941m_{\text{H}_2\text{S}})$$

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 86   |

$$O^{daf} = \frac{100}{\rho_n} (0,571m_{CO} + 0,727m_{CO_2})$$

де,  $C^{daf}$  – масова частка вуглецю в паливі на горючу масу, %

$H^{daf}$  – масова частка водню в паливі на горючу масу, %

$N^{daf}$  – масова частка азоту в паливі на горючу масу, %

$O^{daf}$  – масова частка кисню в паливі на горючу масу, %

$\rho_n$  – густина сухого газоподібного палива, кг/нм<sup>3</sup>.

Таким чином, отримані значення % масового елементарного складу природного газу:

Вуглець (С) – 73,67%

Водень (Н) – 24,65%

Азот (N) – 1,56%

Кисень (О) – 0,12%

Масова найменша теплота горіння  $Q_i$  та масова витрата природного газу  $B$ .

$$B = B_v \rho_n,$$

$$Q_i^r = Q_{iv}^r / \rho_n,$$

Річна витрата природного газу згідно з технічних характеристик теплогенераторної установки становить:  $B_v = 4320000 \text{ м}^3/\text{рік}$ .

Масова витрата природного газу становить:

$$B = B_v \rho_n = 4320000 \times 10^{-3} \times 0,723 = 3123 \text{ т.}$$

Перерахунок значення вимірної концентрації в показник емісії  $j$ -ї забруднювальної речовини для конкретного джерела викиду здійснюється за формулою

$$k_j = c'_j \cdot \frac{v_{dz}}{Q_i^r} \cdot f_n \cdot (1 - \frac{q_4}{100}),$$

де  $k_j$  – показник емісії  $j$ -ї забруднювальної речовини, г/ГДж;

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        |       |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--------|-------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | Арк.  |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | 87    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  | 601-НТ | 16164 |

$c'_j$  – виміряна масова концентрація  $j$ -ї забруднювальної речовини в сухих димових газах, приведена до нормальних умов та стандартного вмісту кисню, мг/нм<sup>3</sup>;

$v_{др}$  – питомий об'єм сухих димових газів, приведений до стандартного вмісту кисню, нм<sup>3</sup>/кг;

$Q_i^r$  – нижча робоча теплота згоряння палива, МДж/кг.

$f_n$  – ступінь зміни викиду ЗР при зменшенні навантаження теплосилової установки ( для оксидів азоту – див. розділ 4.3 , для інших ЗР  $f_n$ , як правило дорівнює 1).

$q_4$  – втрата теплоти через механічний недопал палива, %.

Специфічний показник емісії визначений, на основі вимірювань концентрацій забруднюючих речовин .

Згідно проведених прямих вимірювань, значення концентрації при  $O_2 = 6\%$  становить:

- Оксиди азоту(у перерахунку на діоксид азоту [NO+NO<sub>2</sub>]):

$$C_{O_2=6\%}^{NOx} = 221,05 \text{ мг/м}^3$$

Коефіцієнт емісії оксидів азоту:

Таблиця 5.1

| Коеф. емісії оксидів азоту | Формула визначення   |
|----------------------------|--|
| $K_{NOx}, \text{ г/ГДж}$   | $c'_j \cdot \frac{v_{др}}{Q_i^r} \cdot f_n \cdot (1 - \frac{q_4}{100})$        |
| <b>POL-25</b>              | $\frac{221,05 \cdot 4,4306}{17,1} \cdot 0,91 \cdot (1 - \frac{2}{100}) = 51,2$ |

$$f_n = \left( \frac{Q_\phi}{Q_n} \right)^z$$

$Q_\phi$  - фактична теплова потужність установки спалювання, МВт;

$Q_n$  - номінальна теплова потужність установки спалювання, МВт;

|      |      |          |        |      |  |        |       |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--------|-------|--|------|
|      |      |          |        |      |  |        |       |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  | 601-НТ | 16164 |  | 88   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |        |       |  |      |

$z$  – емпіричний коефіцієнт, який залежить від виду установки спалювання, її потужності, питу палива тощо. (табл. Д.9)

Фактична теплопродуктивність котла  $Q_{\phi}$  (Гкал/год) визначається за формулою [Наказ №46 від 07.05.2001 «Про затвердження Міжгалузевих норм витрат палива для опалювальних котлів, які експлуатуються в Україні»]:

$$Q_{\phi} = G_B \cdot C_B \cdot (t_B'' - t_B') \cdot 10^{-3}$$

де  $G_B$  - витрата води через котел, т/год;

$t_B''$  - температура води на виході з котла, °С;

$t_B'$  - температура води на вході в котел, °С;

$C_B$  - теплоємність води, ккал/кг°С.

$$Q_k = 2,1 \text{ м}^3 / \text{год} \cdot 1000 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot (78 - 41) \cdot 10^{-6} = 0,777 \text{ Гкал} / \text{год}$$

Звідси знаходимо теплову потужність установки спалювання в кВт

$$Q_{\phi} = 0,777 \cdot 1,163 \cdot 1000 = 904 \text{ кВт}$$

$$f_h = \left(\frac{904}{950}\right)^{1,15} = 0,91$$

Емпіричний коефіцієнт  $z = 1,15$ .

$q_4$  - втрата тепла за механічним недопалюванням, % ( $q_4 = 2$ ) (табл. Д.4).

- Оксиди вуглецю**

$$C_{O_2=6\%}^{CO} = 3400,00 \text{ мг} / \text{м}^3$$

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 89   |

Коефіцієнт емісії оксиду вуглецю:

Таблиця 5.2

| Коеф. емісії оксиду вуглецю | Формула визначення  |
|-----------------------------|---|
| $K_{CO}, \text{г/ГДж}$      | $c'_j \cdot \frac{V_{O_2}}{Q_i^r} \cdot f_n \cdot (1 - \frac{q_4}{100})$      |
| <b>POL-25</b>               | $\frac{34000 \cdot 4,4306}{17,01} \cdot 1 \cdot (1 - \frac{2}{100}) = 863,32$ |

Кількість *пилу сухого бурякового жому*, який виділяється при роботі технологічного обладнання, приймаємо за технологічними даними та за нормами технологічного проектування. Нормативные показатели удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от основных видов производств. X. 1991г.

Розрахункові показники роботи технологічного обладнання стосовно виділення пилу сухого бурякового жому та розрахунок кількості забруднюючих речовин, що надходять у атмосферне повітря зводимо до табл. 5.3.

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        |       |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--------|-------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | Арк.  |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |        | 90    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  | 601-НТ | 16164 |

Забруднюючі речовини, що надходять у атмосферне повітря

Таблиця 5.3

| № п/п | № поз. обл. | Найменування обладнання                       | Шкідлива речовина, що виділяється | Витрата                             |            | Питомий показник |      | К-ть шкідл. речов., г/год | Концентр., мг/м <sup>3</sup> |  |
|-------|-------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|------------|------------------|------|---------------------------|------------------------------|--|
|       |             |   |                                   | запил. повітря, м <sup>3</sup> /год | жому т/доб | Один. вимір.     | К-ть |                           |                              |  |
| АС-1  |             |   |                                   |                                     |            |                  |      |                           |                              |  |
| 1     | 19          | Елеватор сухого жому на зважування            | Жомовий пил                       | 570                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 256,5                     | 450                          |  |
| 2     | 26          | Конвеєр гвинтовий сухого жому на ваги         | Жомовий пил                       | 545                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 245,25                    | 450                          |  |
| 3     | 27          | Бункер сухого жому перед вагами               | Жомовий пил                       | 565                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,6  | 339                       | 600                          |  |
| 4     | 30          | Елеватор сухого жому на грануляцію            | Жомовий пил                       | 605                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 272,25                    | 450                          |  |
| 5     | 31          | Конвеєр стрічковий з магнітним сепаратором    | Жомовий пил                       | 585                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 263,25                    | 450                          |  |
|       |             |   |                                   | 2880                                | -          |                  |      | 275,25                    | 480                          |  |
| АС-2  |             |   |                                   |                                     |            |                  |      |                           |                              |  |
| 6     | 17          | Конвеєр гвинт. сухого жому від суш.устан. № 3 | Жомовий пил                       | 675                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 303,75                    | 450                          |  |
| 7     | 18          | Конвеєр гвинтовий сухого жому на елеватор     | Жомовий пил                       | 735<br>775                          | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 330,75<br>348,75          | 450<br>450                   |  |
| 8     | 19          | Елеватор сухого жому на зважування            | Жомовий пил                       | 695                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 312,75                    | 450                          |  |
|       |             |   |                                   | 2880                                |            |                  |      | 324                       | 450                          |  |
| АС-3  |             |   |                                   |                                     |            |                  |      |                           |                              |  |
| 9     | 30          | Елеватор сухого жому на грануляцію            | Жомовий пил                       | 530                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 238,5                     | 450                          |  |
| 10    | 44          | Грохот ексцентриковий                         | Жомовий пил                       | 560                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 1    | 560                       | 1000                         |  |
| 11    | 46          | Конвеєр стрічковий гранульов. жому в склад    | Жомовий пил                       | 525                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 236,25                    | 450                          |  |
| 12    | 47          | Дозатор гвинтовий сухого жому на елеватор     | Жомовий пил                       | 530                                 | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 238,5                     | 450                          |  |
| 13    | 32          | Конвеєр двошнековий сухого жому на грануляцію | Жомовий пил                       | 382<br>405                          | -          | г/м <sup>3</sup> | 0,45 | 160,4<br>182,25           | 450<br>450                   |  |
|       |             |   |                                   | 2932                                |            |                  |      | 263,3                     | 542                          |  |
|       | 12          | Жомосушильна установка № 3                    | Жомовий пил                       | 68832                               | 150        | кг/т             | 1,4  | 8750                      | 1271                         |  |
|       |             |   | Діоксид азоту                     |                                     |            |                  |      |                           | 2702,8                       |  |
|       |             |   | Оксид вуглецю                     |                                     |            |                  |      |                           | 672,22                       |  |
|       | 36          | Колона охолоджуюча                            | Жомовий пил                       | 7495,2                              | 168        | кг/т             | 0,5  | 3500                      | 467                          |  |
|       | 37          | Колона охолоджуюча з сепаратором              | Жомовий пил                       | 3600                                | 120        | кг/т             | 0,5  | 2500                      | 694                          |  |

## 5.2 Умови проведення та результати розрахунків розсіювання викидів забруднюючих речовин в атмосфері

Метеорологічні характеристики та коефіцієнти, які визначають умови розсіювання забруднюючих речовин у атмосфері для м. Червонозаводське надані на підставі даних Полтавського обласного центру з гідрометеорології.

- Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери,  $A = 180$ ;
- Коефіцієнт рельєфу дорівнює 1.

Повторюваність напрямків вітру за рік

Таблиця 5.4

| Місяць     | Напрямок    |             |             |             |             |             |             |             | Штиль       |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|            | Пн          | ПнСх        | Сх          | ПдСх        | Пд          | ПдЗх        | Зх          | ПнЗх        |             |
| <b>I</b>   | 9,6         | 9,2         | 14,0        | 13,8        | 14,9        | 12,6        | 15,3        | 10,6        | 8,8         |
| <b>II</b>  | 9,5         | 11,3        | 17,6        | 16,2        | 12,9        | 8,8         | 13,3        | 10,4        | 7,8         |
| <b>III</b> | 8,5         | 12,5        | 17,5        | 15,2        | 16,5        | 9,6         | 12,0        | 8,2         | 11,4        |
| <b>IV</b>  | 11,6        | 11,8        | 14,8        | 14,8        | 16,7        | 8,3         | 11,2        | 10,8        | 12,3        |
| <b>V</b>   | 14,4        | 13,0        | 14,2        | 14,2        | 15,5        | 7,8         | 8,9         | 12,2        | 18,6        |
| <b>V</b>   | 15,7        | 11,9        | 9,2         | 9,2         | 12,6        | 9,5         | 15,1        | 16,8        | 20,2        |
| <b>V</b>   | 19,3        | 11,8        | 6,8         | 6,2         | 9,0         | 8,1         | 17,6        | 21,2        | 19,4        |
| <b>V</b>   | 21,0        | 12,3        | 9,9         | 8,1         | 9,1         | 7,3         | 13,8        | 18,5        | 22,8        |
| <b>IX</b>  | 11,1        | 10,1        | 11,5        | 9,9         | 12,2        | 11,0        | 17,5        | 16,7        | 21,3        |
| <b>X</b>   | 9,9         | 6,3         | 12,2        | 12,5        | 13,2        | 13,4        | 17,6        | 14,9        | 17,3        |
| <b>XI</b>  | 8,9         | 6,7         | 9,9         | 14,6        | 17,0        | 14,6        | 18,1        | 10,2        | 11,1        |
| <b>XII</b> | 8,9         | 6,9         | 10,0        | 15,7        | 15,8        | 13,8        | 16,7        | 12,2        | 8,8         |
| <b>Рік</b> | <b>12,4</b> | <b>10,3</b> | <b>12,3</b> | <b>12,5</b> | <b>13,8</b> | <b>10,4</b> | <b>14,8</b> | <b>13,5</b> | <b>14,9</b> |

- Середня швидкість вітру за рік становить 2,3 м/с.
- Швидкість вітру за середніми багатолітніми даними, повторення перевищення якої складає 5%, 9,5-10 м/с.
- Середньомісячні швидкості вітру наведені в таблиці 5.5.

Середня місячна та річна швидкість вітру, м/с

Таблиця 5.5

| Місяць          | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | РІК |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Швидкості вітру | 2,8 | 3,0 | 2,6 | 2,6 | 2,3 | 2,0 | 2,0 | 1,8  | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,5 | 2,3 |

- Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш спекотного місяця +25,2 °С;
- Середня мінімальна температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця -9,3 °С;
- Абсолютний мінімум температури повітря за багатолітній період спостереження досягав -33,7 °С.
- Рекордне значення абсолютних максимумів за багатолітній період спостережень становить 39,5 °С.

Температура повітря, °С

Таблиця 5.6

| Місяць          | I    | II   | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII  | Рік |
|-----------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|
| Середньомісячна | -4,3 | -4,0 | 1,1 | 9,1 | 15,4 | 18,8 | 20,7 | 19,7 | 14,0 | 7,9 | 1,3 | -3,1 | 8,1 |

- Середня відносна вологість: за січень – 87%; за липень – 63%; рік – 74%.
- По кількості опадів м. Червонозаводське відноситься до зони недостатнього зволоження. В середньому за рік випадає 632 мм опадів з урахуванням поправок на змочування приладу. І цієї кількості 406 мм випадає в теплий період року (квітень-жовтень), що складає 66 %, в холодну частину року (листопад-березень) випадає 226 мм або 34 % річної кількості.

**Результати розрахунку розсіювання викидів забруднюючих речовин в атмосфері**

Результати розрахунку, надані на картах-схемах у вигляді ізоліній концентрацій шкідливих речовин свідчать, **що для всіх шкідливих речовин розрахункові концентрації на межі СЗЗ не перевищують значень максимально-разових концентрацій.**

Все це вказує на те, що закладені в проект рішення забезпечують значення концентрацій шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери за межами санітарно-захисної зони нижче максимально разових ГДК цих речовин і не потребує додаткових заходів по зниженню розміру викидів.

Встановлення і нормування розміру ГДВ забруднюючих речовин у атмосферу надається з урахуванням критерію якості повітря:

$$C < (Q_n / \text{ГДК}),$$

де  $C$  – розрахункове значення концентрації шкідливої речовини в приземному шарі атмосфери понад заданої точки поверхні,  $\text{мг/м}^3$ ;

ГДК - гранично допустима максимально разова концентрація шкідливої речовини,  $\text{мг/м}^3$ .

Якість атмосферного повітря вважається задовільною, якщо  $Q < 1$ , а розмір викиду  $M$  ( $\text{г/с}$ ), що характеризує концентрацію забруднюючої речовини за несприятливих умов розсіювання - допустимим. Завдання нормування розміру викиду зводиться до розрахунку значення концентрації  $C$  і перевірки умови

$$Q < 1.$$

Розрахунками за програмою "ЕОЛ" надаються концентрації, які відносяться до 20-30 хвилинного інтервалу усереднення.

Аналіз результатів автоматизованого розрахунку розсіювання в атмосфері викидів шкідливих речовин від джерел, які утворені при проектуванні реконструкції жомосушильного та грануляційного відділень свідчить, що рівень забруднення приземного шару на межі СЗЗ не перевищує нормативних значень і значень ГДК для усіх забруднюючих речовин, як з урахуванням так і без урахування фонових концентрацій.

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 94   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

601-НТ

16164

Тому, розраховані значення викидів джерел викидів жомосушильного та грануляційного відділень рекомендовано застосовувати в якості ГДВ. Ці дані надані в таблиці 5.7.

Таблиця пропозицій ГДВ джерел жомосушильного та грануляційного відділення

Таблиця 5.7

| № з/п | № дж. | Назва речовини             | КОД   | Нормативи ГДВ |       | Рік досягнення |
|-------|-------|----------------------------|-------|---------------|-------|----------------|
|       |       |                            |       | г/с           | т/рік |                |
| 1     | 2     | 3                          | 4     | 5             | 6     | 7              |
| 1     | 46    | Азоту діоксид              | 301   | 0,46923       | 4,865 | 2023           |
| 2     |       | Вуглецю оксид              | 337   | 0,1167        | 1,21  | 2023           |
| 3     |       | Пил сухого бурякового жому | 10364 | 0,1215        | 1,574 | 2023           |
| 4     | 47    | Азоту діоксид              | 301   | 0,46923       | 4,865 | 2023           |
| 5     |       | Вуглецю оксид              | 337   | 0,1167        | 1,21  | 2023           |
| 6     |       | Пил сухого бурякового жому | 10364 | 0,1215        | 1,574 | 2023           |
| 7     | 48    | Пил сухого бурякового жому | 10364 | 0,0972        | 1,26  | 2023           |
| 8     | 49    | Пил сухого бурякового жому | 10364 | 0,0694        | 0,899 | 2023           |
| 9     | 50    | Пил сухого бурякового жому | 10364 | 0,0764        | 0,991 | 2023           |
| 10    | 51    | Пил сухого бурякового жому | 10364 | 0,09          | 1,166 | 2023           |
| 11    | 52    | Пил сухого бурякового жому | 10364 | 0,0731        | 0,948 | 2023           |

Парникові гази (діоксид вуглецю, оксид діазоту, метан) згідно спільного листа Мінпаливенерго України, Мінекоресурсів України та Державної податкової адміністрації України від 13.12.2002 р. № 05/15-1215/11.12.02 10825/16/3-8/10072/5/11-1316 "Про взаємовідносини сторін у процесі регулювання забруднення атмосферного повітря" – не нормуються.

### 5.3 Оцінка ризику впливу планованої діяльності на природне середовище

Визначення показників техногенного ризику (ризик впливу об'єкта чи планової діяльності на природне середовище) проводимо у два етапи. На першому етапі здійснюється визначення рівня ризику впливу об'єкта господарської діяльності на компоненти навколишнього середовища за формулою, що встановлює прогнозний рівень техногенного ризику при

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | 95   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

601-НТ

16164

проектуванні. На другому етапі визначається показник ризику впливу кожної специфічної забруднюючої речовини на відповідні компоненти навколишнього середовища за формулою.

1) Визначення рівня ризику впливу на компоненти навколишнього середовища, що встановлює прогностичний рівень техногенного ризику при проектуванні, здійснюється за формулою:

$$R_{kj} = A \cdot e^{B \cdot e^{D_{kj}}}$$

де  $R_{kj}$  - ризик  $k$ -го етапу по  $j$ -ому компоненту навколишнього природного середовища, безрозмірний;

$A, B$  - константи ( $A = 4,99 \cdot 10^{-6}$ ,  $B = -7,557$ );

$D_{kj}$  - величина, що визначається відповідно  $k$ -го етапу розрахунку ризику по  $j$ -ому компоненту, яка розраховується за формулою:

$$D_{kj} = -e^{I_{kj}-1}$$

де  $I_{kj}$  - індекс забруднення по  $j$ -ому компоненту навколишнього середовища (атмосфери, гідросфери, ґрунту) для  $k$ -го етапу розрахунку ризику, безрозмірний, визначається по таблиці 5.8

Визначення індексу забруднення компонентів навколишнього середовища

Таблиця 5.8

| Компонент навколишнього середовища | Перший етап ( $k=1$ )                                      |                                  | Другий етап ( $k=2$ )   |                                  |
|------------------------------------|--|----------------------------------|---|----------------------------------|
|                                    | Вихідні дані   | Розрахункова залежність $I_{kj}$ | Вихідні дані  | Розрахункова залежність $I_{kj}$ |
| Атмосфера ( $j=1$ )                | $KП$ - кратність перевищення нормативів, безрозмірний      | $0,25 \cdot KП$                  | $ПЗ_i$ - показник забруднення $i$ -ою речовиною у атмосфері, %;                             | $0,0025 \cdot ПЗ_i$              |
| Гідросфера ( $j=2$ )               | $ІЗВ$ - індекс забруднення вод по показникам, безрозмірний | $0,2 \cdot ІЗВ$                  | $ІЗВ_i$ - індекс забруднення вод по $i$ -ому показнику забруднення гідросфери, безрозмірний | $0,2 \cdot ІЗВ_i$                |

|                    |  |                   |   |                       |
|--------------------|--|-------------------|---|-----------------------|
| Ґрунт<br>( $j=3$ ) | $Z_c$ - сумарний показник забруднення ґрунту, безрозмірний | $0,016 \cdot Z_c$ | $K_{C_i}$ - коефіцієнт концентрації $i$ -ї хімічної речовини що забруднює ґрунт, безрозмірний | $0,016 \cdot K_{C_i}$ |
|--------------------|--|-------------------|---|-----------------------|

Визначення ризиків проводиться тільки для атмосфери, оскільки для гідросфери і ґрунту вони не можуть бути реально присутніми в плановій діяльності котельні.

*Визначення ризику впливу підприємства на атмосферу:*

$K_{П} = 1$  - кратність перевищення нормативів

$$I_{П} = 0,25 \cdot 1 = 0,25$$

$$D_{П} = -2,7^{0,25-1} = -2,7^{-0,75} = -0,475$$

$$R_{П} = 4,99 \cdot 10^{-6} \cdot 2,7^{7,557 \cdot 2,7^{-0,475}} = 4,99 \cdot 10^{-6} \cdot 2,7^{4,715} = 4,99 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0092 = 4,6 \cdot 10^{-8}$$

Проведення оцінки рівня ризику здійснюємо відповідно до таблиці 5.9

Класифікація рівнів ризику планованої діяльності на природне середовище

Таблиця 5.9

| Рівень ризику        | Значення ризику     |
|----------------------|---------------------|
| Неприйнятний         | $> 10^{-6}$         |
| Прийнятний           | $10^{-6} - 10^{-8}$ |
| Безумовно прийнятний | $< 10^{-8}$         |

Отже, рівень ризику планованої діяльності котельні на атмосферу - прийнятний, і на основі отриманого значення приймається рішення про прийнятність планованої діяльності по атмосфері.

2) Визначення показника ризику впливу кожної специфічної забруднюючої речовини на відповідні компоненти навколишнього середовища:

$ПЗ_i = 0$  - показник забруднення для всіх речовин у атмосфері, %;

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 97   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

601-НТ

16164

Отже, величина ризику по кожній речовині буде однаковою, і становитиме:

$$I_{III} = 0,0025 \cdot 0 = 0$$
$$D_{III} = -2,7^{0-1} = -2,7^{-1} = -0,37$$
$$R_{III} = 4,99 \cdot 10^{-6} \cdot 2,7^{7,557-2,7-0,37} = 4,99 \cdot 10^{-6} \cdot 2,7^{5,233} = 4,99 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0055 = 2,76 \cdot 10^{-8}$$

Рівень ризику планової діяльності підприємства по кожній забруднюючій речовині прийнятний, і на основі отриманого значення приймається рішення про прийнятність планованої діяльності по всім забруднюючим речовинам атмосферного повітря.

### ***Оцінка ризику планованої діяльності для здоров'я населення***

Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря проводиться за розрахунками ризику розвитку неканцерогенних і канцерогенних ефектів.

У переліку забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря під час планової діяльності підприємства, речовини, що мають канцерогенну дію на здоров'я людини відсутні. Тому розрахунок ризиків проводиться лише для неканцерогенних речовин.

Ризик розвитку неканцерогенних ефектів визначається шляхом розрахунків індексу безпеки (НІ) згідно наступної формули:

$$HI = \sum HQ_i$$

де  $HQ_i$  - коефіцієнти безпеки для окремих речовин, які визначаються наступним чином:

$$HQ_i = C_i / RfC_i$$

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       | 98   |



де  $m$  - кількість складових, для яких оцінюється екологічний ризик (атмосфера, гідросфера, ґрунт, здоров'я і т.д.);

$V_u$  - уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря, що визначається відношенням площі, віднесеної під об'єкт господарської діяльності, до площин об'єкта з санітарно-захисною зоною, частки одиниці:

$$400\text{м}^2/7850\text{м}^2 = 0,051$$

$N$  - чисельність населення для розрахунку визначається відповідно даних таблиці 9.3.1 - 4000 особи;

$T$  - середня тривалість життя (визначається для даного регіону або приймається 70 років), чол/рік;

$N_p$  - коефіцієнт, що визначається як відношення кількості додаткових робочих місць до чисельності населення для розрахунку ( $N$ ) для нового будівництва об'єкта - 0чол./4000чол. = 0;

#### Чисельність населення для розрахунку

Таблиця 5.11

| Кількість населення       | Чисельність населення для розрахунку ( $N$ ) дорівнює:  |
|---------------------------|---|
| До 100 тис.чоловік        | чисельності населення населеного пункту                 |
| Від 100 тис до 1млн. чол. | чисельності населення адміністративної одиниці (району) |
| Більше 1 млн. чол.        | чисельності населення мікрорайону розташування об'єкта  |

Визначення соціального ризику впливу об'єкта чи планованої діяльності  
приведений в таблиці

Таблиця 5.12

| Найменування показника   | Позначення | Од. вим.           | Формула розрахунку  | Значення  |
|--|------------|--------------------|---|-----------|
| 1  | 2          | 3                  | 4   | 5         |
| 1. Площа віднесена під об'єкт господарської діяльності   | $S_{dil}$  | тис.м <sup>2</sup> |   | 0,4       |
| 2. Площа віднесена під об'єкт господарської діяльності (разом з СЗЗ)   | $S_{СЗЗ}$  | тис.м <sup>2</sup> |   | 7,85      |
| 3. Уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря, що визначається відношенням площі, віднесеної під об'єкт господарської діяльності, до площин об'єкта з СЗЗ | $V_u$      | частк. од.         |   | 0,051     |
| 4. Чисельність населення поблизу проєктованого об'єкту   | N          | чол.               |   | 4000      |
| 5. Середня тривалість життя  | T          | рік                |   | 70        |
| 6. Кількість додаткових робочих місць  | $N_{роб}$  | чол.               |   | 0         |
| 7. Соціальний ризик  | $R_s$      | чол.               | $R_s = \left[ \prod_{i=1}^m R_i \right]^{\frac{1}{m}} \times V_u \times \frac{N}{T} \times N_{роб}$ | 0,0000001 |

Оцінка соціального ризику здійснюється згідно таблиці 5.13

Класифікація рівнів соціального ризику планованої діяльності

Таблиця 5.13

| Рівень ризику <sup>1</sup> | Значення ризику <sup>1</sup> |
|----------------------------|------------------------------|
| Неприйнятний               | $> 10^{-7}$                  |
| Прийнятний                 | $\leq 10^{-7}$               |

Отже, рівень соціального ризику планованої діяльності підприємства - прийнятний, і на основі отриманого значення соціального ризику приймається рішення про прийнятність планованої діяльності.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
|      |      |          |        |      |        |       | 101  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       |      |

## ***Оцінка вірогідних аварійних ситуацій та їх наслідків***

Цілеспрямованих досліджень причин, параметрів і наслідків аварійних ситуацій на аналогічних підприємствах в Україні не проводилося.

Статистична інформація про аварії не систематизована. Тому, у визначенні потенційної аварійної небезпечності цукрового заводу використані загальнотеоретичні підходи розв'язання таких задач.

Процеси роботи та експлуатації об'єкту пов'язані з можливим ризиком, так як деякі ситуації пов'язані з непрогнозованими особливостями будови, сейсмікою та динамікою. Це можуть бути, як зовнішні причини (стихійні лиха, корозія металу під впливом атмосфери та водного середовища), так і внутрішні причини (відмови якісної роботи обладнання).

Визначені наступні основні небезпеки при експлуатації проектного об'єкту:

- екстремальні природні умови;
- аварії на трубопроводах та обладнанні.

Забруднення приземного шару атмосфери, яке утворюється викидами від стаціонарних джерел у значній мірі залежить від метеорологічних умов. У окремі періоди, коли метеорологічні умови сприяють накопиченню шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери, концентрації домішок у повітрі можуть різко підвищуватись. Щоб у ці періоди не допускати виникнення високого рівня забруднення, необхідне попереднє прогнозування таких умов та своєчасне скорочення викидів забруднюючої речовини у атмосферу. Відповідно, прогнози високих рівнів забруднення повітря є основою для регулювання викидів, тобто їх короткочасного скорочення в періоди несприятливих метеорологічних умов.

Аналіз можливих аварійних ситуацій, механізмів їх виникнення, взаємодії природного, технічного та людського фактору дозволяють звести до мінімуму ризик негативного впливу на навколишнє середовище та заздалегідь спланувати багатоваріантні заходи для запобігання аварійних ситуацій.

Заходи по зниженню рівня небезпеки запроектованих об'єктів

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 102  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

601-НТ 16164



## ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Метою магістерської роботи була реконструкція систем аспірації жомосушильного відділення цукрозаводу в м. Червонозаводське, підвищення ефективності роботи вентиляційного обладнання та зменшення рівня забруднення атмосферного повітря.

У ході виконання магістерської роботи було проведено огляд різних типів систем вентиляції та очисного обладнання, визначені основні забруднювачі та небезпечні чинники при роботі обладнання жомосушильного відділення.

Визначено параметри внутрішнього та зовнішнього повітря. Проведено обстеження будівлі ділянки, та розрахунок тепловтрат приміщення.

За вихідними даними проведено аеродинамічний розрахунок систем вентиляції (П-1, П-2) та аспірації (АС-1, АС-2, АС-3), виконано розрахунок та підбір вентиляційного та пилогазоочисного обладнання.

За результатами обстеження та розрахунків розроблена низка заходів з підвищення енергетичної ефективності роботи систем вентиляції, а саме:

- Заміна вентиляторів старих типів на сучасні вентилятори;
- Регулювання витяжної вентиляції шиберами на робочому місці;
- Заміна загальнообмінних цехових систем вентиляції на місцеві індивідуальні рекуперативні системи;
- Використання регульованого частотного приводу вентиляторів;
- Автоматичне керування вентиляційними установками;
- Впровадження графіків роботи вентиляційних систем;
- Встановлення вентиляційних систем з перемінною витратою повітря (VAV – Variable Air Volume).

За результатами обстеження та розрахунків робочих параметрів аеродинамічних мереж робимо висновок, що найбільш оптимальним є впровадження комплексу заходів з підвищення енергоефективності роботи систем вентиляції. Позитивний результат досягається за рахунок розширення спектра регулювання та зменшення втрати тиску на забезпечення робочих параметрів систем вентиляції та аспірації.

|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--------|-------|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |        |       |  | 104  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  | 601-НТ | 16164 |  |      |

Для перевірки ефективності роботи систем аспірації було виконано розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

Розрахунок розсіювання виконувався для існуючих показників викидів забруднюючих речовин, визначених при виконанні інвентаризації джерел викидів без урахування фонових концентрацій.

Проведені розрахунки показують, що перевищення рівня гранично допустимої концентрації для забруднюючих речовин без врахування фонових концентрацій не виявлено.

Перевищення встановлених нормативів екологічної безпеки в районі санітарно-захисної зони підприємства не спостерігається.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
|      |      |          |        |      |        |       | 105  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інтернет посилання: <https://latifundist.com/blog/read/2586-kratkij-obzor-proizvodstva-saharnoj-svekly-sahara-zavodami-ukrainy-v-2019-godu>.
2. Каледина Н.О. Вентиляция производственных объектов: Учебное пособие, 1988.
3. Торочешников Н.С., Родионов А.И., Кельцев Н.В., Клушин В.Н. Техника защиты окружающей среды. – М.: Химия, 1981. -370с.
4. Справочник проектировщика Ч.3 Вентиляция и кондиционирование воздуха под. Ред Н.Н. Павлова-1992г.
5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Борис Степанович Мاستрюков. – М.: Издательский центр "Академия", 2003. – 336 с.
6. Шиляев, М.И. Типовые примеры расчета систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] : учебное пособие / М.И. Шиляев, Е.М. Хромова, Ю.Н. Дорошенко. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 288 с.
7. Вайсман М.Р., Грубиян И.Я. Вентиляционные и пневмотранспортные установки 3е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 367 с.
8. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М.О. Штейберга. – 3е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
9. ДСТУ –Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Київ, Мінрегіонбуд України, 2011р.
10. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів.
11. ДБН В.2.5- 67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ, Мінрегіонбуд України, 2013р.
12. ГОСТ 12.1.005. Повітря робочої зони. М.:Стройиздат.1980р.
13. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ.1999р.

|      |      |          |        |      |        |       |      |
|------|------|----------|--------|------|--------|-------|------|
|      |      |          |        |      | 601-НТ | 16164 | Арк. |
|      |      |          |        |      |        |       | 106  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |       |      |



# **Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження**

**дипломна магістерська робота  
601-МТ**

Розробив студент гр. 601-МТ: Півень А.А.

Керівник дипломного проекту: к.т.н. проф. Голік Ю.С.

Полтава 2023р

# ЦІЛІ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

**МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ:** Реконструкція систем аспірації жомосушильного відділення цукрозаводу в м. Червонозаводське, підвищення ефективності роботи вентиляційного обладнання та зменшення рівня забруднення атмосферного повітря.

**ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ:** Дослідити ефективність роботи систем вентиляції та пиловловлюючого обладнання, порівняти викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

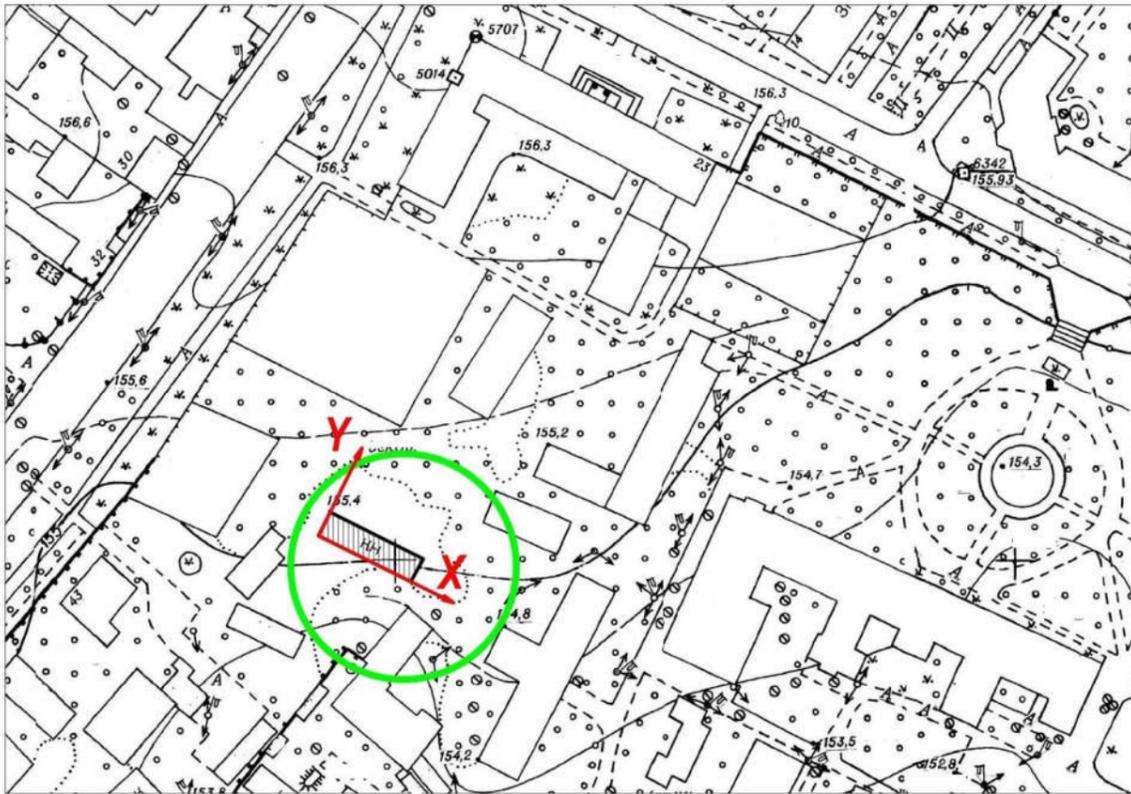
**ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ:** Об'єктом дослідження магістерської роботи є ділянка жомосушильного відділення цукрозаводу в м. Червонозаводське

**ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ:** Предметом дослідження є вивчення роботи пиловловлюючого обладнання.

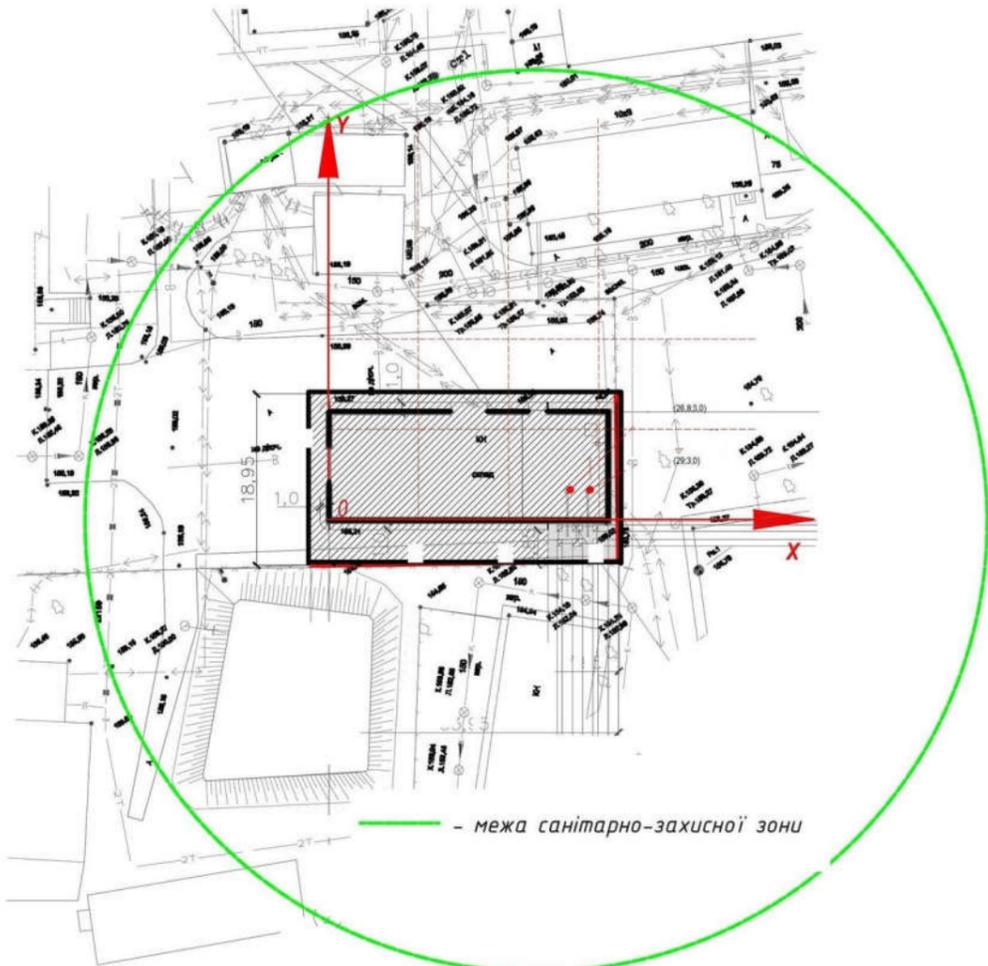


|               |              |      |        |        |      |   |  |       |         |
|---------------|--------------|------|--------|--------|------|---|--|-------|---------|
|               |              |      |        |        |      | 601-МТ 16164  |  |       |         |
|               |              |      |        |        |      | Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |  |       |         |
| Зм.           | Кільк.       | Арк. | Модок. | Підпис | Дата | Цілі та задачі дослідження  | Стадія   | Аркуш | Аркушів |
| Розробив      | Плавень А.А. |      |        |        |      |   | ДМР  | 1     | 12      |
| Керівник      | Голік Ю.С.   |      |        |        |      |   |  |       |         |
| Перевірив     |              |      |        |        |      | Цілі та задачі дослідження  | НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т |       |         |
| Зав. кафедрою | Голік Ю.С.   |      |        |        |      |   |  |       |         |

СИТУАЦІЙНА КАРТА-СХЕМА РАЙОНУ РОЗТАШУВАННЯ  
ОБ'ЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ



ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН



— межа санітарно-захисної зони

ВІДОМІСТЬ ДОКУМЕНТІВ, НА ЯКІ ПОСИЛАЮТЬСЯ,  
І ЯКІ ДОДАЮТЬСЯ

| Позначення  | Найменування   | Примітка |
|-------------|--|----------|
|             | Документи, на які посилаються.   |          |
| с.4.904-69  | Детали кріплення санітарно-технічних пиладів та трубопроводів  |          |
| с.7.903.9-2 | Теплова ізоляція трубопроводів з позитивними температурами   |          |
| с.5.904-51  | Зонти і дефлектори вентиляційних систем  |          |
| с.5.900-7   | Вироби і вузли інженерного обладнання. Опірні конструкції і засоби кріплення сталевих трубопроводів внутрішніх сан.тех.сист. |          |
| с.5.904-26  | Циклони  |          |

ВІДОМІСТЬ КРЕСЛЕНЬ

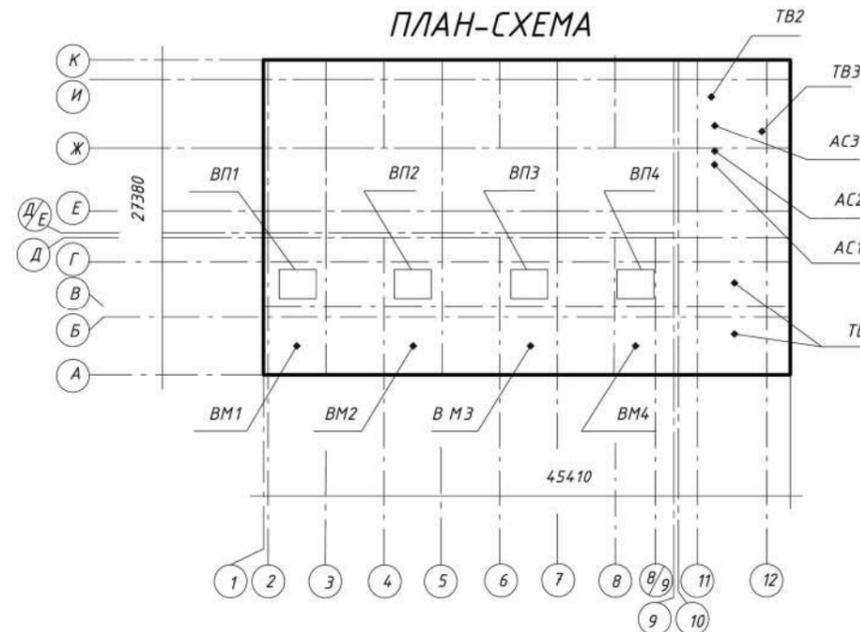
| ЛИСТ | НАЙМЕНУВАННЯ                               | ПРИМІТКИ |
|------|--|----------|
| 1    | Цілі та задачі дослідження                 |          |
| 2    | Загальні дані (початок)                    |          |
| 3    | Загальні дані (закінчення)                 |          |
| 4    | Технологічна схема                         |          |
| 5    | Плани на позначках +0,450, +8,400          |          |
| 6    | Плани на позначках +12,000, +16,200        |          |
| 7    | Розріз 2 - 2                               |          |
| 8    | Розрізи 1 - 1, 3 - 3                       |          |
| 9    | Аксонетричні схеми систем П-1, П-2         |          |
| 10   | Аксонетричні схеми систем АС-1, АС-2, АС-3 |          |

ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

Проект виконано на підставі:  
 - технічного завдання на проектування;  
 - архітектурно-будівельного завдання;  
 та у відповідності до діючих нормативних документів:  
 - ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»

Розрахункова температура зовнішнього повітря:  
 - для проектування опалення та вентиляції взимку - 23 °С;  
 - середня температура опалювального періоду - 0,8 °С;  
 - температурна зона України 1,0;  
 - кількість опалювальних днів на рік 178 днів.

ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ  
ПЛАН-СХЕМА



ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ КРЕСЛЕНЬ  
ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ

| Найменування будівлі (спорудення) призначення | Об'єм, м <sup>3</sup> | Период року при t <sub>н</sub> , °С | Витрата тепла, кВт |               |                     | Витрата холода, Вт | Установлена потужність електродвигунів, кВт |
|---|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------|---------------------|--------------------|---|
|   |                       |                                     | на опалення        | на вентиляцію | на гаряче водопост. |                    |   |
| Життєво-побутове та громадське будівництво    | 11513                 | X, - 23<br>T, + 25                  | -                  | 517           | -                   | -                  | -   |

| 601-МТ 16164  |              |      |        |                  |        |         |
|---|--------------|------|--------|------------------|--------|---------|
| Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |              |      |        |                  |        |         |
| Зм.   | Кільк.       | Арк. | Модок. | Підпис           | Дата   |         |
| Розробив  | Плавень А.А. |      |        |                  |        |         |
| Керівник  | Голік Ю.С.   |      |        |                  |        |         |
| Перевірів   |              |      |        |                  |        |         |
| Зав. кафедри  | Голік Ю.С.   |      |        |                  |        |         |
| Загальні дані   |              |      |        | Стадія           | Аркуші | Аркушів |
| Ситуаційна карта-схема, генеральний план джерела викидів план-схема, відомості креслень                 |              |      |        | ДМР              | 2      | 12      |
| НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"   |              |      |        | Кафедра ТГВ та Т |        |         |

ХАРАКТЕРИСТИКА ОПАЛЮВАЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

| Позн. сис-теми | К-ть | Найменв. приміщ., що обслгов-ся (технолог. обл.) | Тип устан., агрегату | Вентилятор  |        |          |       |           | Електродвижн |          |                           | Повітрянагрівач |           |        |        |      | Повітроочищувач     |                    |       |         |        | Примітка |      |       |                            |   |
|----------------|------|--|----------------------|-------------|--------|----------|-------|-----------|--------------|----------|---------------------------|-----------------|-----------|--------|--------|------|---------------------|--------------------|-------|---------|--------|----------|------|-------|----------------------------|---|
|                |      |  |                      | Тип викон.  | N, кВт | Сх. вик. | Полж. | L, м³/год | P, Па        | n, об/хв | Тип викон. по вбудухозах. | N, кВт          | n, об/хв. | Тип    | N, кВт | К-ть | t нагрів. °C від до | Витрата тепла, кВт | P, Па | Тип     | N, кВт |          | К-ть | P, Па | Концентр. мг/м³ поч. кінц. |   |
| АС1            | 1    | 19, 26, 27, 30, 31                               | ЦН-15                | ВЦП4-70N#5  | 0,75   | 1        | ПРО   | 2880      | 473          | 920      | 4A80A                     | 1,5             | 2860      | --     | -      | -    | -                   | -                  | -     | ЦН-15   |        |          |      | 480   |                            |   |
| АС2            | 1    | 17, 18, 19                                       | ЦН-15                | ВЦП4-70N#3  | 1,1    | 1        | ПРО   | 2880      | 858          | 2810     | 4A71B                     | 0,75            | 1370      | --     | -      | -    | -                   | -                  | -     | ЦН-15   |        |          |      | 450   |                            |   |
| АС3            | 1    | 30, 32, 44, 46, 47                               | ЦН-15                | ВЦП4-70N#3  | 1,1    | 1        | ПРО   | 2932      | 583          | 2810     | 4A71B                     | 0,75            | 1370      | -      | -      | -    | -                   | -                  | -     | ЦН-15   |        |          |      | 542   |                            |   |
| ТВ1            | 2    | 12   | Техн.цикл.           | Ц4-75 №     |        |          | ПРО   | 688Э      |              |          |                           |                 |           | -      | -      | -    | -                   | -                  | -     | Т. цикл |        |          |      | 1271  |                            |   |
| ТВ2            | 1    | 36   | Техн.цикл.           | Ц4-75 №     |        |          | ЛО    | 7495      |              |          |                           |                 |           | -      | -      | -    | -                   | -                  | -     | Т. цикл |        |          |      | 467   |                            |   |
| ТВ3            | 1    | 37   | Техн.цикл.           | Ц4-75 №     |        |          |       | 3600      |              |          |                           |                 |           | -      | -      | -    | -                   | -                  | -     | Т. цикл |        |          |      | 694   |                            |   |
| П1             | 1    | Жомосушильне та грануляційне відділення          | ПК280                | ВЦ4-76N#16  | 10     | 6        | ЛО    | 75 000    | 283          | 420      | A 02- 81-4                | 4,0             | 1 460     | КСк3-8 |        |      |                     |                    |       | Ф. ТФ30 |        |          |      | -     | -                          |   |
| П2             | 1    |  | ПК280                | ВЦ4-76N#16  | 4,5    | 6        | ЛО    | 75 000    | 223          | 1 280    | A02- 62-4                 | 17              | 1450      | КСк3-8 |        |      |                     |                    |       | Ф. ТФ30 |        |          |      | -     | -                          |   |
| ВМ             | 4    |  | КЦ                   | КЦ4-84.8N#8 | -      | -        | -     | 18 100    | 4,0          | 570      | -                         | -               | -         | -      | -      | -    | -                   | -                  | -     | -       | -      | -        | -    | -     | -                          | - |
| ПП             | 1    |  | -                    | -           | -      | -        | -     | 193 665   | -            | -        | -                         | -               | -         | -      | -      | -    | -                   | -                  | -     | -       | -      | -        | -    | -     | -                          | - |
| ВП             | 4    |  | Шахта                | -           | -      | -        | -     | 26262     | -            | -        | -                         | -               | -         | -      | -      | -    | -                   | -                  | -     | -       | -      | -        | -    | -     | -                          | - |

МІСЦЕВІ ВІДСМОКТУВАЧІ ВІД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

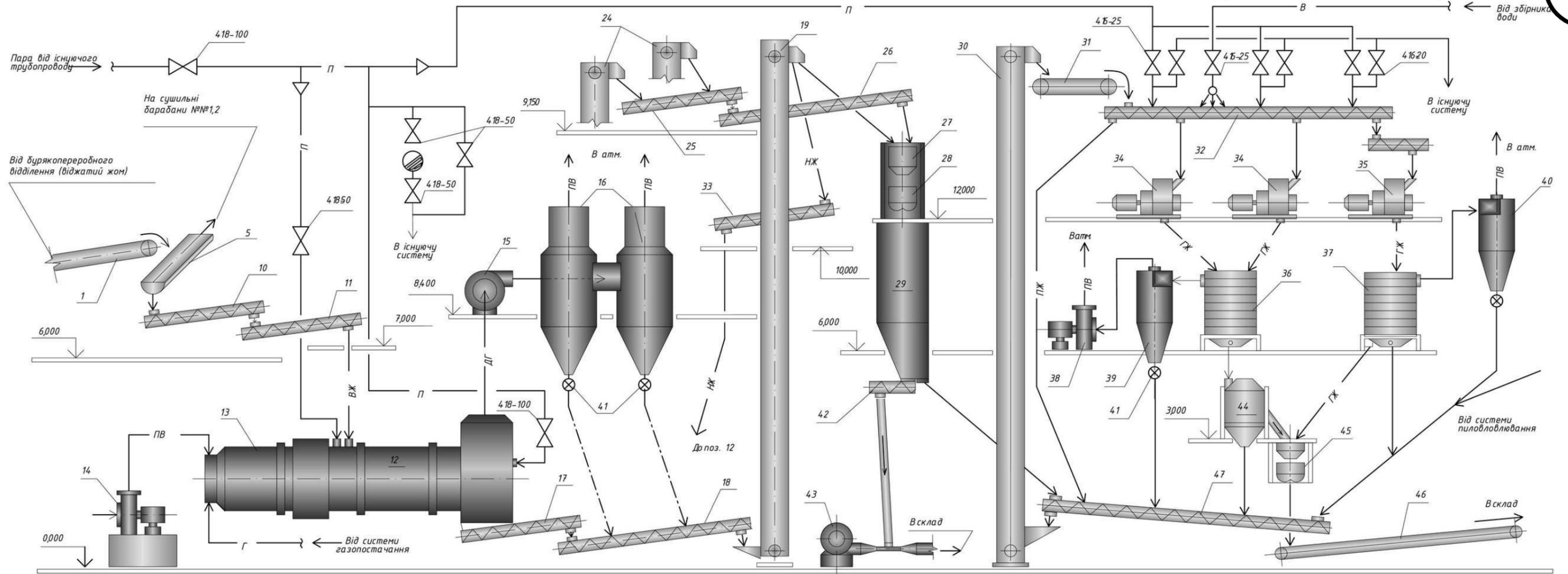
| Технологічне обладнання |                                     |      | Характеристика шкідливих речовин, що виділяються | L, м³/год |        | Характеристика місцевого відсмоктувача |                    | Позн. сис. | Примітка |
|-------------------------|-------------------------------------|------|--|-----------|--------|--|--------------------|------------|----------|
| Поз.                    | Найменування                        | К-ть |  | на 1 обл. | усього | Познач.                                | Використані докум. |            |          |
| 19                      | Елеватор сух. жому на зважув.       | 1    | Жомовий пил                                      | 570       | 5 70   | -                                      | -                  |            |          |
| 26                      | Конвеєр гвинт. сух. жому на ваги    | 1    | Жомовий пил                                      | 545       | 5 45   | -                                      | -                  |            |          |
| 27                      | Бункер сух. жому перед вагами       | 1    | Жомовий пил                                      | 565       | 5 65   | -                                      | -                  |            |          |
| 30                      | Елеватор сух. жому на грануляц.     | 1    | Жомовий пил                                      | 605       | 605    | -                                      | -                  |            |          |
| 31                      | Конвеєр стрічковий з магн. сепар.   | 1    | Жомовий пил                                      | 585       | 5 85   | -                                      | -                  |            |          |
|                         |                                     | 5    |  |           | 2880   |  |                    | АС1        |          |
| 17                      | Конв. гвинт. сух. ж. від суш. уст.  | 1    | Жомовий пил                                      | 675       | 675    | -                                      | -                  |            |          |
| 18                      | Конв. гвинт. сух. ж. на елеватор    | 1    | Жомовий пил                                      | 735+ 775  | 15 10  | -                                      | -                  |            |          |
| 19                      | Елеватор сух. жому на зважув.       | 1    | Жомовий пил                                      | 695       | 695    | -                                      | -                  |            |          |
|                         |                                     | 3    |  |           | 2880   |  |                    | АС2        |          |
| 30                      | Елеватор сух. жому на грануляц.     | 1    | Жомовий пил                                      | 530       | 530    | -                                      | -                  |            |          |
| 44                      | Грохот ексцентриковий               | 1    | Жомовий пил                                      | 560       | 5 60   | -                                      | -                  |            |          |
| 46                      | Конв. стрічк. гранул. жому в склад  | 1    | Жомовий пил                                      | 525       | 5 25   | -                                      | -                  |            |          |
| 47                      | Дозатор гвинт. сух. жому на елев.   | 1    | Жомовий пил                                      | 530       | 530    | -                                      | -                  |            |          |
| 32                      | Конв. двошнєк. сух. жому на гранул. | 1    | Жомовий пил                                      | 3 82+ 405 | 787    | -                                      | -                  |            |          |
|                         |                                     | 5    |  |           | 2932   |  |                    | АС3        |          |
| 12                      | Жомосушильна установка              | 1    | Жомовий пил<br>Оксид вуглецю<br>Діоксид азоту    | 68832     | 68832  | -                                      | -                  | ТВ1        |          |
| 36                      | Охолоджуюча колона                  | 1    | Жомовий пил                                      | 7495      | 7495   | -                                      | -                  | ТВ2        |          |
| 37                      | Охолоджуюча колона з сепарат.       | 1    | Жомовий пил                                      | 3600      | 3600   | -                                      | -                  | ТВ3        |          |

СПЕЦИФІКАЦІЯ ОПАЛЮВАЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

| Марка, позиц. | Познач.    | Найменування                              | К-ть | Один. вимір. | Примітка              |
|---------------|------------|---|------|--------------|-----------------------|
| Система АС1   |            |   |      |              |                       |
| 1             | ВЦП4-70N#5 | Вент. агрегат з ел.дв., викон., обертанья | 1    | шт.          | L=2880м³/г P=Па       |
| 2             | ЦН-15      | Цклон Ø550 мм з розкручувачем             | 1    | шт.          |                       |
| 3             |            | Кільцевий відсмоктувач                    | 5    | шт.          |                       |
| 4             | Ø355 мм    | Повітропровід з лист.сталі                | 10   | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 5             | 430x150    | Повітропровід з лист.сталі                | 3    | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 6             | Ø125 мм    | Повітропровід з лист.сталі                | 24   | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 7             |            | Колектор                                  | 1    | шт.          | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| Система АС2   |            |   |      |              |                       |
| 1             | ВЦП4-70N#3 | Вент. агрегат з ел.дв., викон., обертанья | 1    | шт.          | L=2880м³/г P=Па       |
| 2             | ЦН-15      | Цклон Ø550 мм                             | 1    | шт.          |                       |
| 3             |            | Кільцевий відсмоктувач                    | 4    | шт.          |                       |
| 4             | Ø355 мм    | Повітропровід з лист.сталі                | 4    | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 5             | Ø280 мм    | Повітропровід з лист.сталі                | 27   | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 6             | Ø125 мм    | Повітропровід з лист.сталі                | 38   | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 7             |            | Колектор                                  | 1    | шт.          | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| Система АС3   |            |   |      |              |                       |
| 1             | ВЦП4-70N#3 | Вент. агрегат з ел.дв., викон., обертанья | 1    | шт.          | L=2880м³/г P=Па       |
| 2             |            | Цклон Ø550 мм                             | 1    | шт.          |                       |
| 3             |            | Кільцевий відсмоктувач                    | 6    | шт.          |                       |
| 4             | Ø355 мм    | Повітропровід з лист.сталі                | 4    | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 5             | Ø280 мм    | Повітропровід з лист.сталі                | 24   | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 6             | Ø125 мм    | Повітропровід з лист.сталі                | 26   | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 7             | Ø100 мм    | Повітропровід з лист.сталі                | 10   | м            | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| 8             |            | Колектор                                  | 1    | шт.          | b <sub>сг</sub> =1 мм |
| Система П1    |            |   |      |              |                       |
| 1             | 300x200    | Жалюзійна решітка зовн.пов.               | 1    | шт.          |                       |
| 2             | 800x900    | Повітрозаб. клапан ЧВК                    | 1    | шт.          | "Веза Х"              |
| 3             | ТФ 30      | Фільтр повітр. карманний                  | 3    | шт.          |                       |
| 4             | КСк 3-8    | Колорифер водяний                         | 1    | шт.          |                       |

|   |            |      |        |  |        |
|---|------------|------|--------|--|--------|
| 601-МТ 16164  |            |      |        |  |        |
| Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження   |            |      |        |  |        |
| Зм.   | Кільк.     | Арк. | Нідок. | Підпис   | Дата   |
| Розробив  | Павень АА. |      |        |  |        |
| Керівник  | Голію С.   |      |        |  |        |
| Перевірів   |            |      |        |  |        |
| Загальні дані   |            |      |        | Стадія   | Аркуші |
|   |            |      |        | ДМР  | 3 12   |
| Характеристика опалювально-вентиляційних систем місцеві відсмоктувачі від технологічного обладнання спеціфікація опалювально-вентиляційних систем |            |      |        | НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т |        |

# ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОТРИМАННЯ СУХОГО ГРАНУЛЬОВАНОГО БУРЯКОВОГО ЖОМУ НА ЦУКРОВОМУ ЗАВОДІ



## СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

### УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- ПЖ — Повернення жому
- НЖ — Недосушений жом
- ДГ — Димові гази
- ВЖ — Віджатий жом
- ГЖ — Гранульований жом
- ПВ — Повітря
- Г — Газ
- П — Пара
- В — Вода
- — Сухий жом
- — Конденсат
- — Жомовий пил
- — Повітря із жомовим пилом
- — Клапан
- — Конденсатовідвідник
- — Перехід

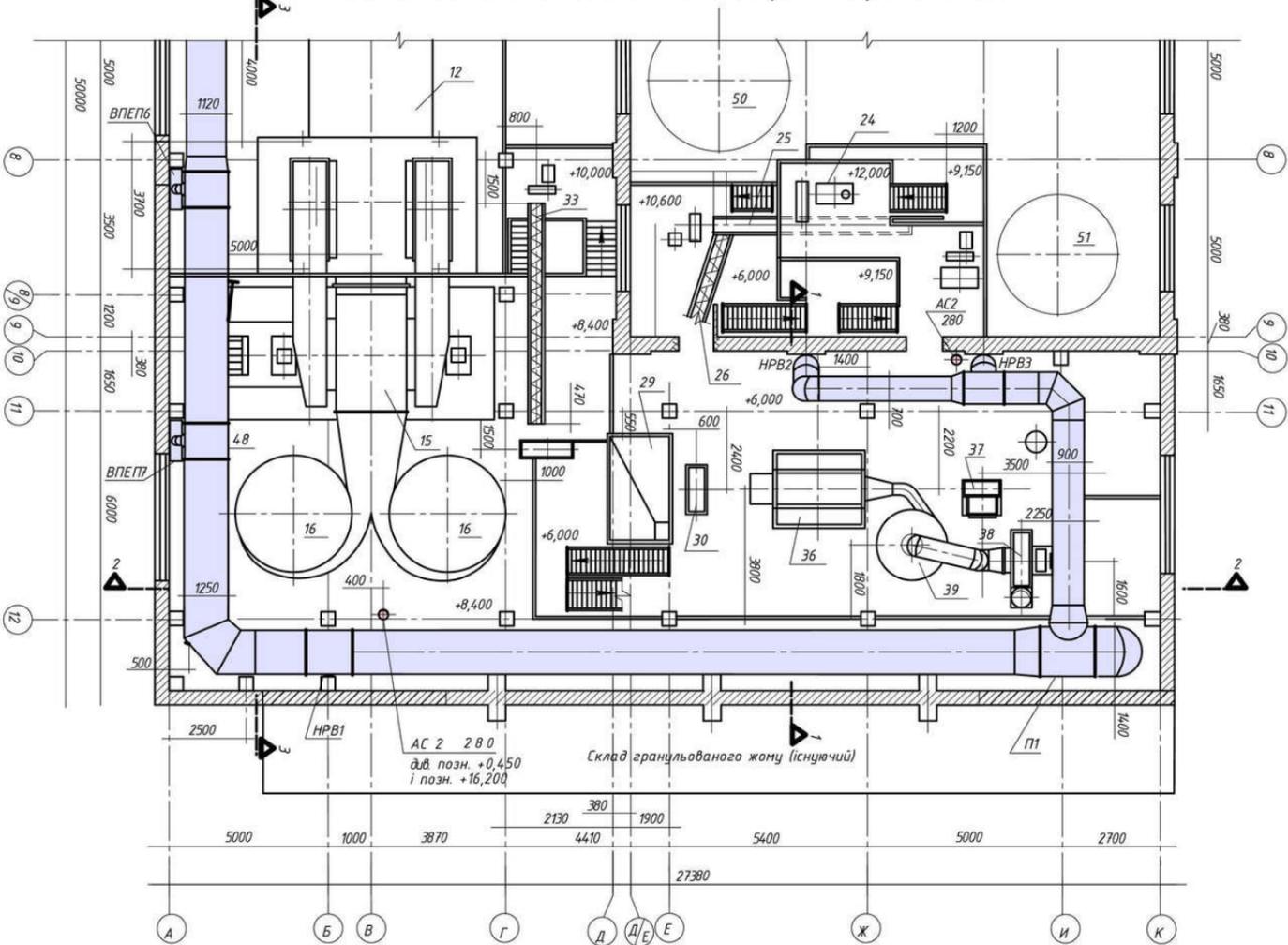
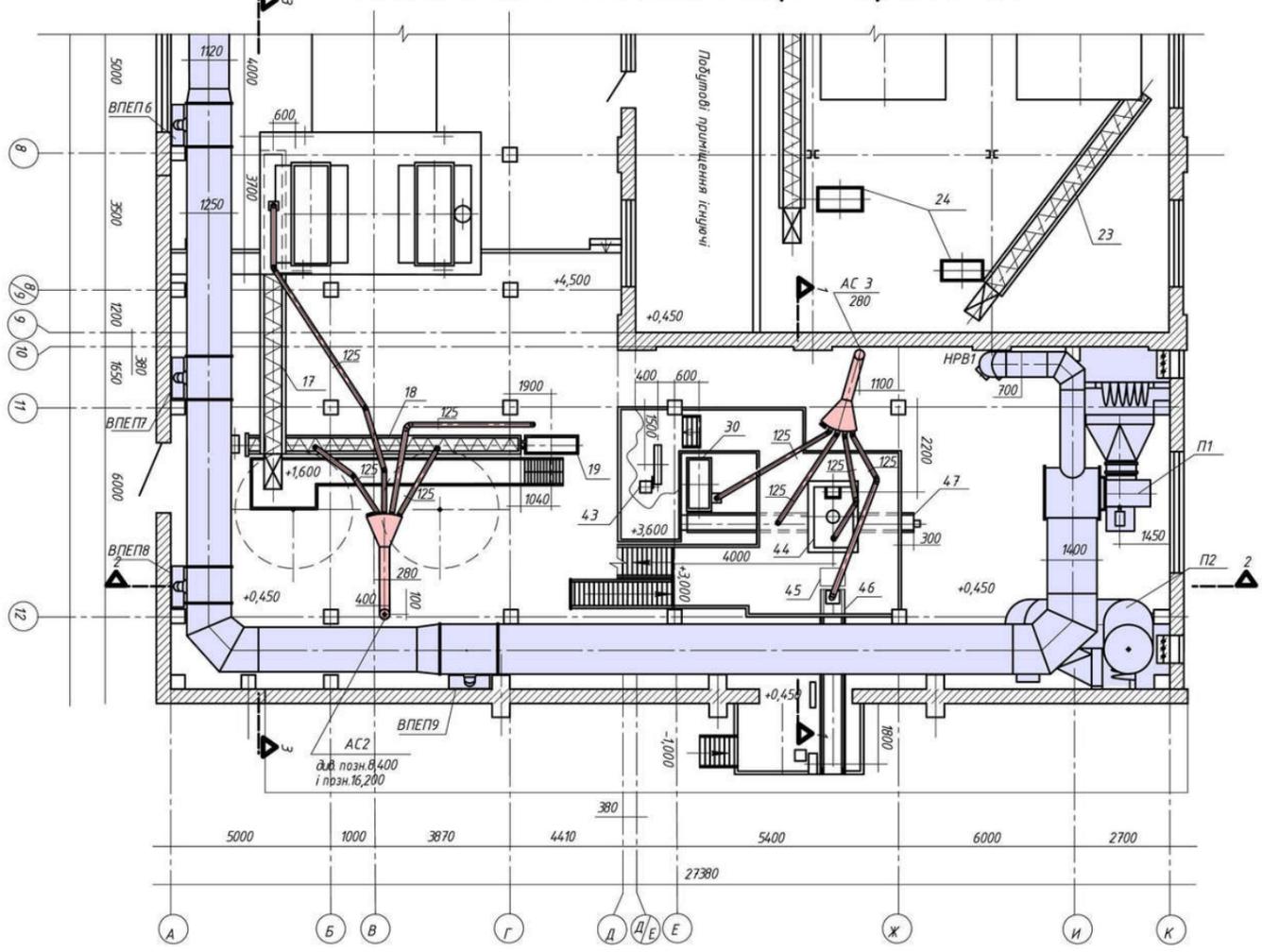
| № з/п | № поз. | Найменування                                     | Примітка         |
|-------|--------|--|------------------|
| 1     | 1      | Конвеєр стрчк. віджатого жому з гол. корпусу     | В=1000мм         |
| 2     | 5      | Конвеєр гвинтовий віджатого жому розподільвач    | d=700мм          |
| 3     | 10     | Дозатор гвинов. жому на сушильну уст. №3         | d=500мм          |
| 4     | 11     | Конвеєр гвинтовий жому на сушильну уст. №3       | d=500мм          |
| 5     | 12     | Жомосушильна установка №3                        | A=15.0т / год    |
| 6     | 13     | Теплогенератор сушильної установк №3             | РOL -25          |
| 7     | 14     | Вентилятор повітря на теплогенератор №3          | Q=15м³/с         |
| 8     | 15     | Вентилятор димових газів сушильної уст. №3       | Комплект до уст. |
| 9     | 16     | Вловлювач жомового пилу жомосушильної уст. №3    | d=3300мм         |
| 10    | 17     | Конвеєр гвинт. сухого жому від сушильн. уст. №3  | d=600мм          |
| 11    | 18     | Конвеєр гвинтовий сухого жому на елеватор        | d=500мм          |
| 12    | 19     | Елеватор сухого жому на зважування               | A=8.5т / год     |
| 13    | 24     | Елеватори сухого жому із жомосушильних уст. №1,2 | В=250мм          |
| 14    | 25     | Конвеєр сухого жому з елеваторів поз. 24         | d=500мм          |
| 15    | 26     | Конвеєр гвинтовий сухого жому на ваги            | d=500мм          |
| 16    | 27     | Бункер сухого жому перед вагами                  | 1200x1200x1000   |
| 17    | 28     | Ваги бункерні сухого жому                        | "Норма ТН-1"     |
| 18    | 29     | Бункер сухого жому                               | Місткість 9,0т   |

| № з/п | № поз. | Найменування                                      | Примітка      |
|-------|--------|---|---------------|
| 19    | 30     | Елеватор сухого жому на грануляцію                | A=12.0т/д о.б |
| 20    | 31     | Конвеєр стрічковий з магнітним сепаратором        | В=650мм       |
| 21    | 32     | Конвеєр двошнекою сух. жому на грануляцію         | d=500мм       |
| 22    | 33     | Конвеєр гвинтовий недосушеного жому               | d=400мм       |
| 23    | 34     | Прес-гранулятор                                   | A=7.0т / год  |
| 24    | 35     | Прес-гранулятор                                   | ТГ-420        |
| 25    | 36     | Колона охолоджуюча                                | Вир-во Польщі |
| 26    | 37     | Колона охолоджуюча із сепаратором                 | ТГ-420(компл) |
| 27    | 38     | Вентилятор охолоджуючої колони поз.36             | Вир-во Польщі |
| 28    | 39     | Вловлювач жомов. пилу з охол. колони поз.36       | d=2000мм      |
| 29    | 40     | Вловлювач жомов. пилу з вент. охол. колони поз.37 | ТГ-420(компл) |
| 30    | 41     | Затвор шлюзовий                                   | A=3.0т / год  |
| 31    | 42     | Дозатор гвинтов. сухого жому на пневмотр. уст.    | A=10.0т/г о.б |
| 32    | 43     | Пневмотранспортна установка сухого жому           | A=10.0т / год |
| 33    | 44     | Грохот ексцентриковий                             | A=10.0т / год |
| 34    | 45     | Ваги гранульованого жому                          | "Норма ТН"    |
| 35    | 46     | Конвеєр стрічковий гранульованого жому в склад    | В=650мм       |
| 36    | 47     | Дозатор гвинтовий сух. жому на елеватор поз.30    | d=600мм       |

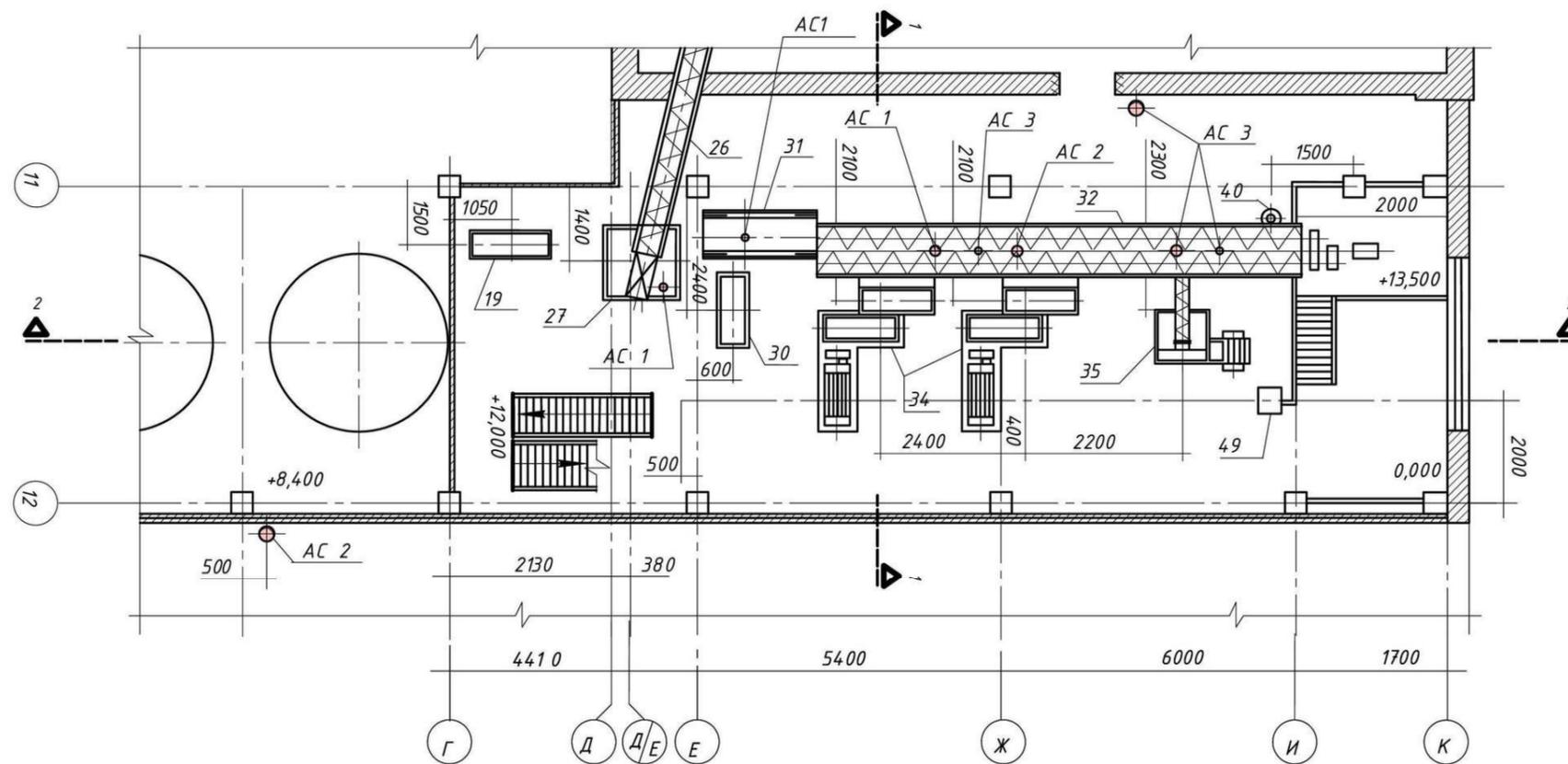
|              |              |      |        |        |   |  |        |
|--------------|--------------|------|--------|--------|---|--|--------|
|              |              |      |        |        | 601-МТ 16164  |  |        |
|              |              |      |        |        | Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |  |        |
| Зм.          | Кільк.       | Арк. | Модок. | Підпис | Дата  |  |        |
| Розробив     | Плавень А.А. |      |        |        |   | Технологічна схема   | Стадія |
| Керівник     | Голік Ю.С.   |      |        |        |   | ДМР  | 4      |
| Перевірів    |              |      |        |        |   | 12   |        |
| Зав. кафедри | Голік Ю.С.   |      |        |        |   | Технологічна схема отримання сухого гранульованого бурякового жому |        |
|              |              |      |        |        | НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т  |  |        |

# ПЛАН ЖОМОСУШИЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ

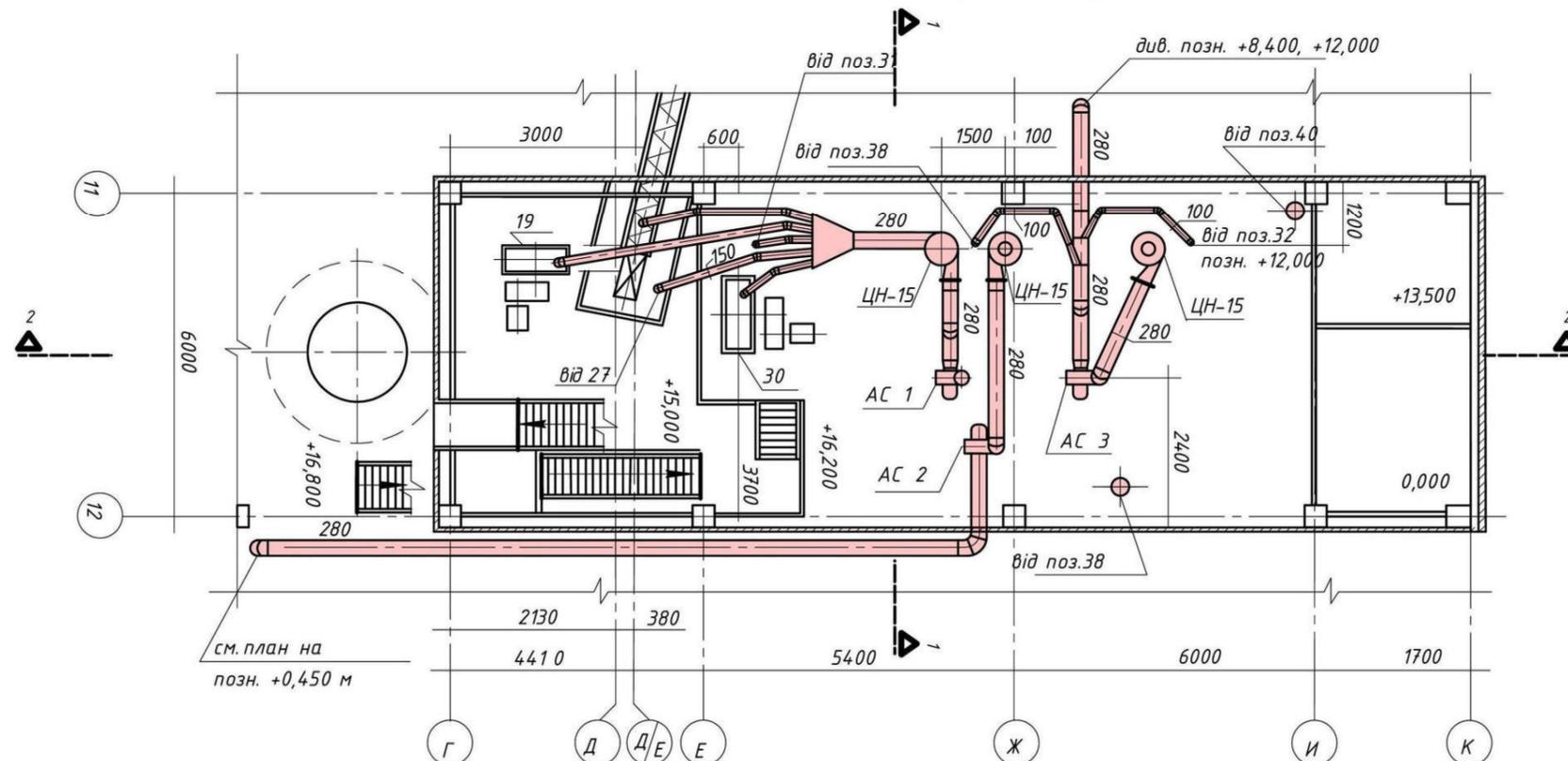
ПЛАН НА ПОЗНАЧЦІ +0,450 М



### ПЛАН НА ПОЗНАЧЦІ +12,000

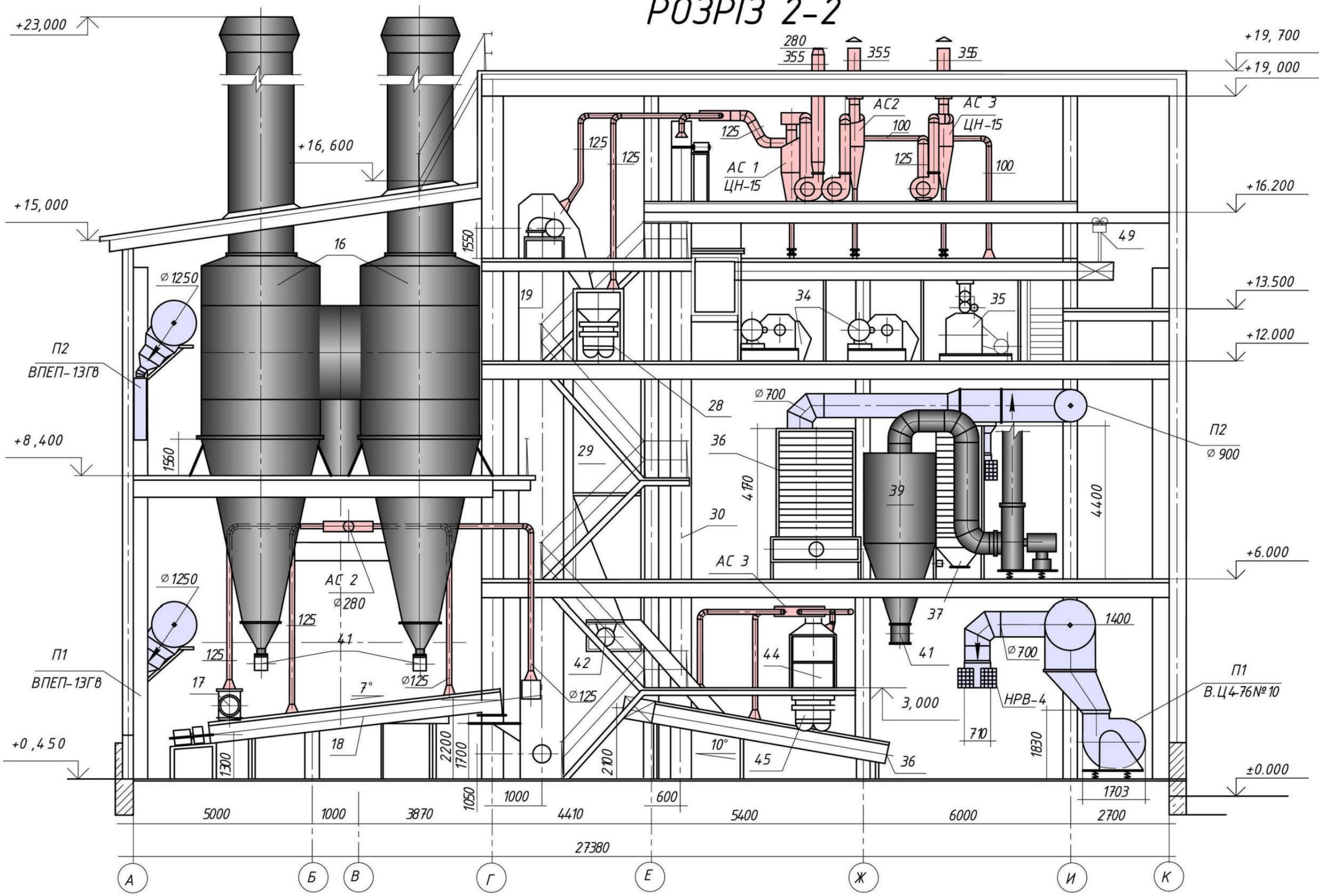


### ПЛАН НА ПОЗНАЧЦІ +16,200

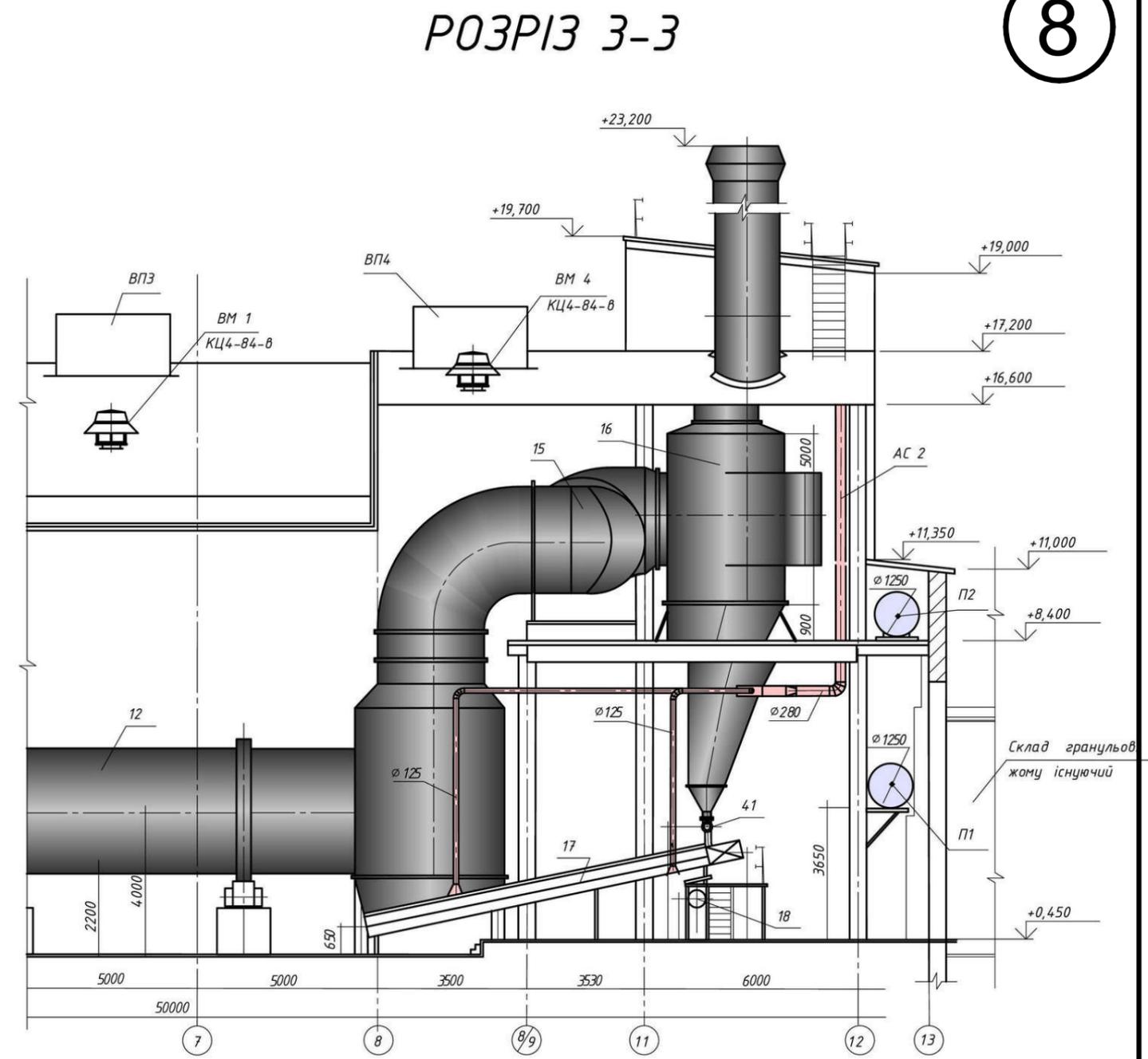
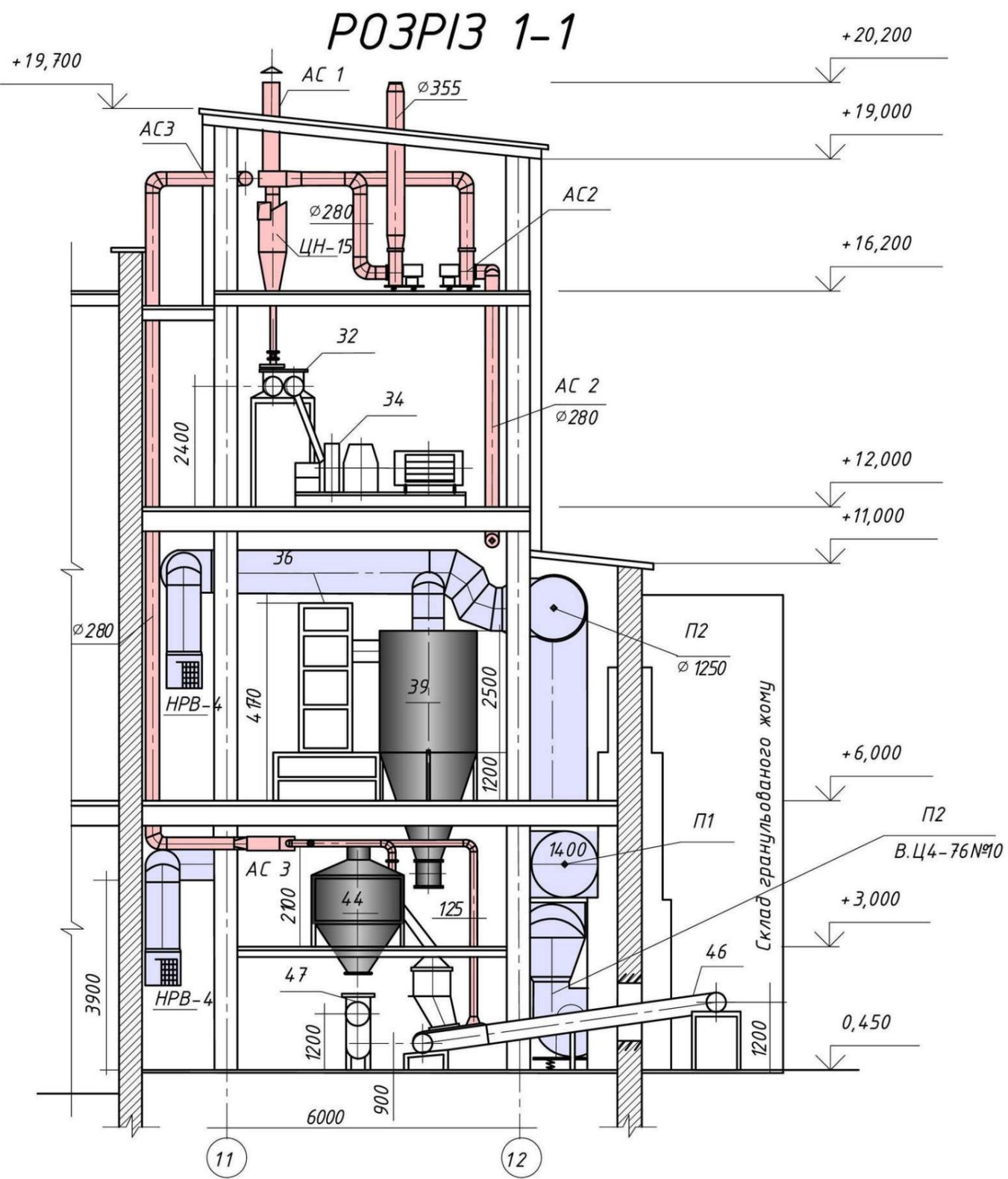


|                         |              |      |        |        |      |   |        |  |         |
|-------------------------|--------------|------|--------|--------|------|---|--------|--|---------|
|                         |              |      |        |        |      | 601-МТ 16164  |        |  |         |
|                         |              |      |        |        |      | Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |        |  |         |
| Зм.                     | Кільк.       | Арк. | Модок. | Підпис | Дата | План жомосушильного відділення  | Стадія | Аркуш  | Аркушів |
| Розробив                | Плавень А.А. |      |        |        |      |   | ДМР    | 6  | 12      |
| Керівник                | Голік Ю.С.   |      |        |        |      |   |        |  |         |
| Перевірив               |              |      |        |        |      |   |        |  |         |
| Зав. кафедри Голік Ю.С. |              |      |        |        |      | Плани на позначках +12,000, +16,200   |        | НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т |         |

# РОЗРІЗ 2-2

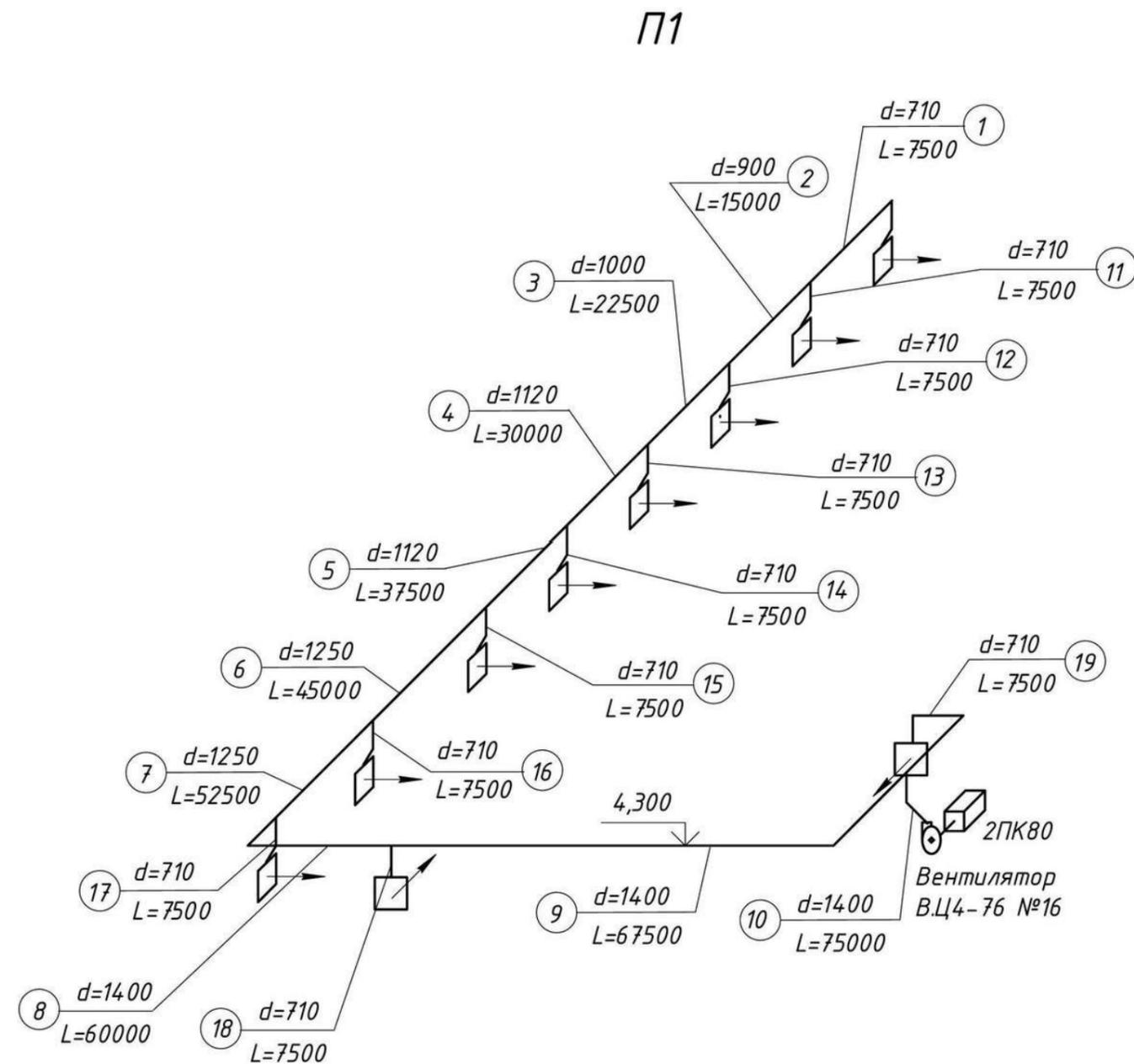
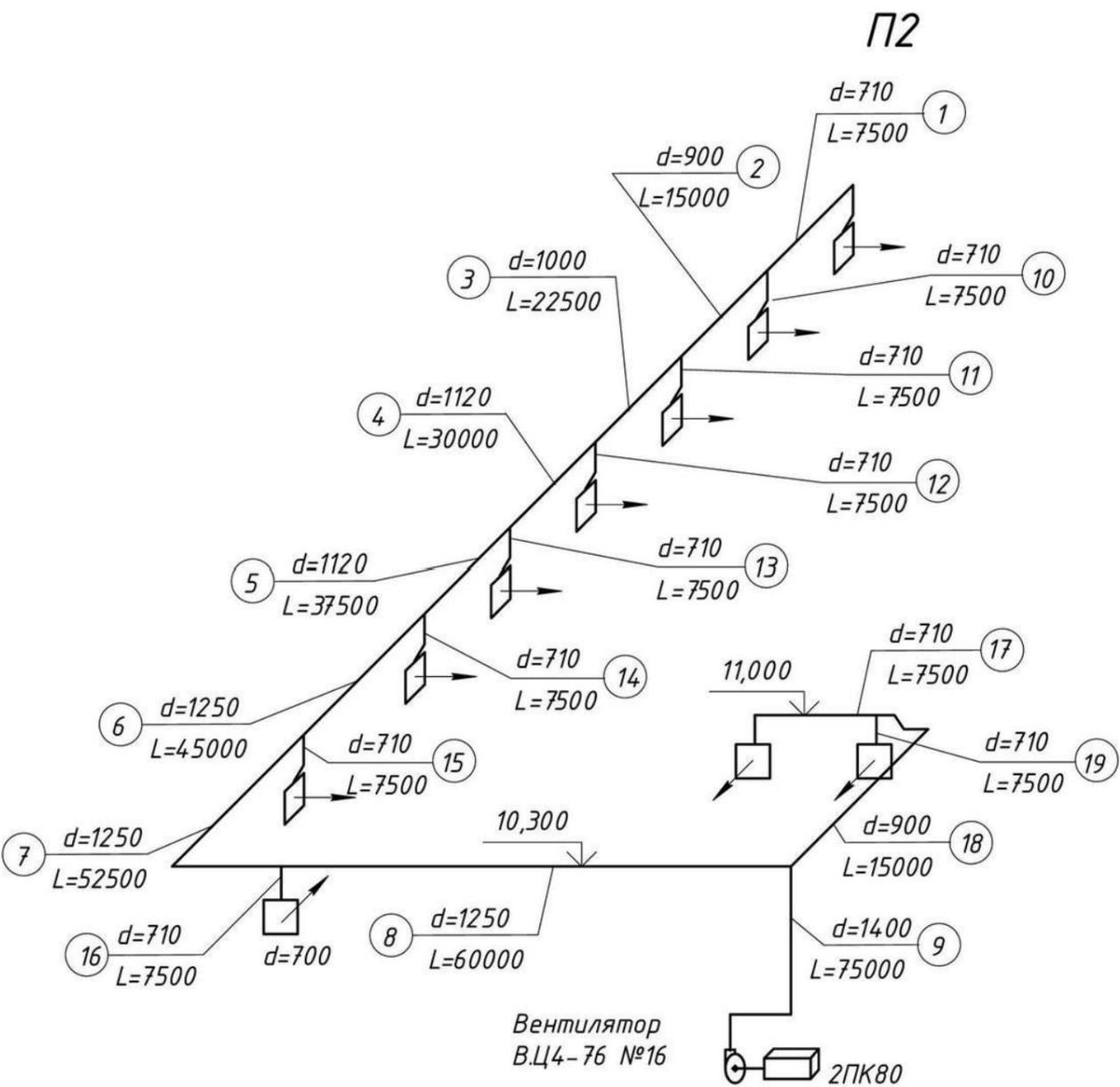


|   |             |      |        |                  |       |
|---|-------------|------|--------|------------------|-------|
| 601-МТ 16164  |             |      |        |                  |       |
| Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |             |      |        |                  |       |
| Зм.   | Кільк.      | Арк. | Модок. | Підпис.          | Дата  |
| Розробив  | Павень А.А. |      |        |                  |       |
| Керівник  | Гонік Ю.С.  |      |        |                  |       |
| Перевірів   |             |      |        |                  |       |
| Зав. кафедри  | Гонік Ю.С.  |      |        |                  |       |
| Розріз жомосушального відділення  |             |      |        | Стадія           | Аркуш |
| Розріз 2-2  |             |      |        | ДМР              | 7 12  |
| НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"   |             |      |        | Кафедра ТГВ та Т |       |



|                         |             |      |        |        |      |   |  |       |         |
|-------------------------|-------------|------|--------|--------|------|---|--|-------|---------|
|                         |             |      |        |        |      | 601-МТ 16164  |  |       |         |
|                         |             |      |        |        |      | Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |  |       |         |
| Зм.                     | Кільк.      | Арк. | Модок. | Підпис | Дата | Розріз жомосушильного відділення  | Стадія   | Аркуш | Аркушів |
| Розробив                | Павень А.А. |      |        |        |      |   | ДМР  | 8     | 12      |
| Керівник                | Гонік Ю.С.  |      |        |        |      |   |  |       |         |
| Перевірів               |             |      |        |        |      |   |  |       |         |
| Зав. кафедри Гонік Ю.С. |             |      |        |        |      | Розрізи 1-1, 3-3  | НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т |       |         |

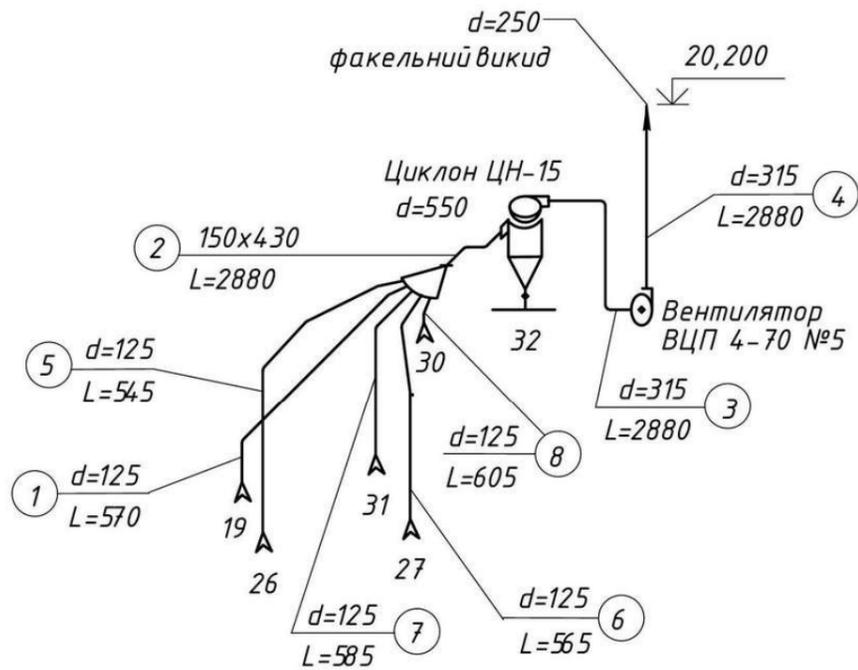
# АКСОНОМЕТРИЧНІ СХЕМИ ПРИПЛИВНИХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ



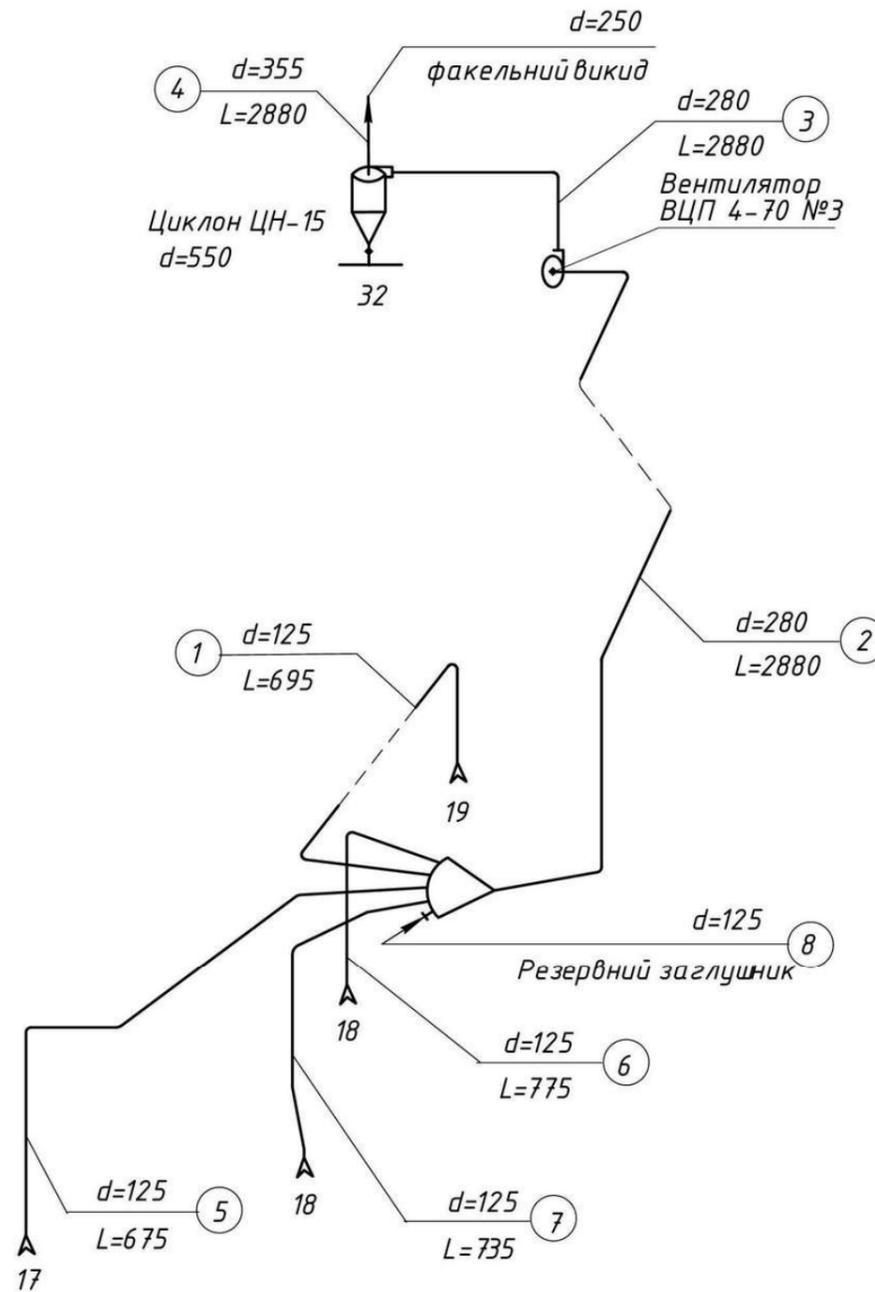
|     |        |      |        |        |      |   |             |                                      |       |         |
|-----|--------|------|--------|--------|------|---|-------------|--------------------------------------|-------|---------|
|     |        |      |        |        |      | 601-МТ 16164  |             |                                      |       |         |
|     |        |      |        |        |      | Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |             |                                      |       |         |
| Зм. | Кільк. | Арк. | Модок. | Підпис | Дата | Розробив  | Павень А.А. | Стадія                               | Аркуш | Аркушів |
|     |        |      |        |        |      | Керівник  | Голік Ю.С.  | ДМР                                  | 9     | 12      |
|     |        |      |        |        |      | Перевірів   |             | АКСОНОМЕТРИЧНІ СХЕМИ                 |       |         |
|     |        |      |        |        |      | Зав. кафедри  | Голік Ю.С.  | АКСОНОМЕТРИЧНІ СХЕМИ систем П-1, П-2 |       |         |
|     |        |      |        |        |      | НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т  |             |                                      |       |         |

# АКСОНОМЕТРИЧНІ СХЕМИ СИСТЕМ АСПІРАЦІЇ

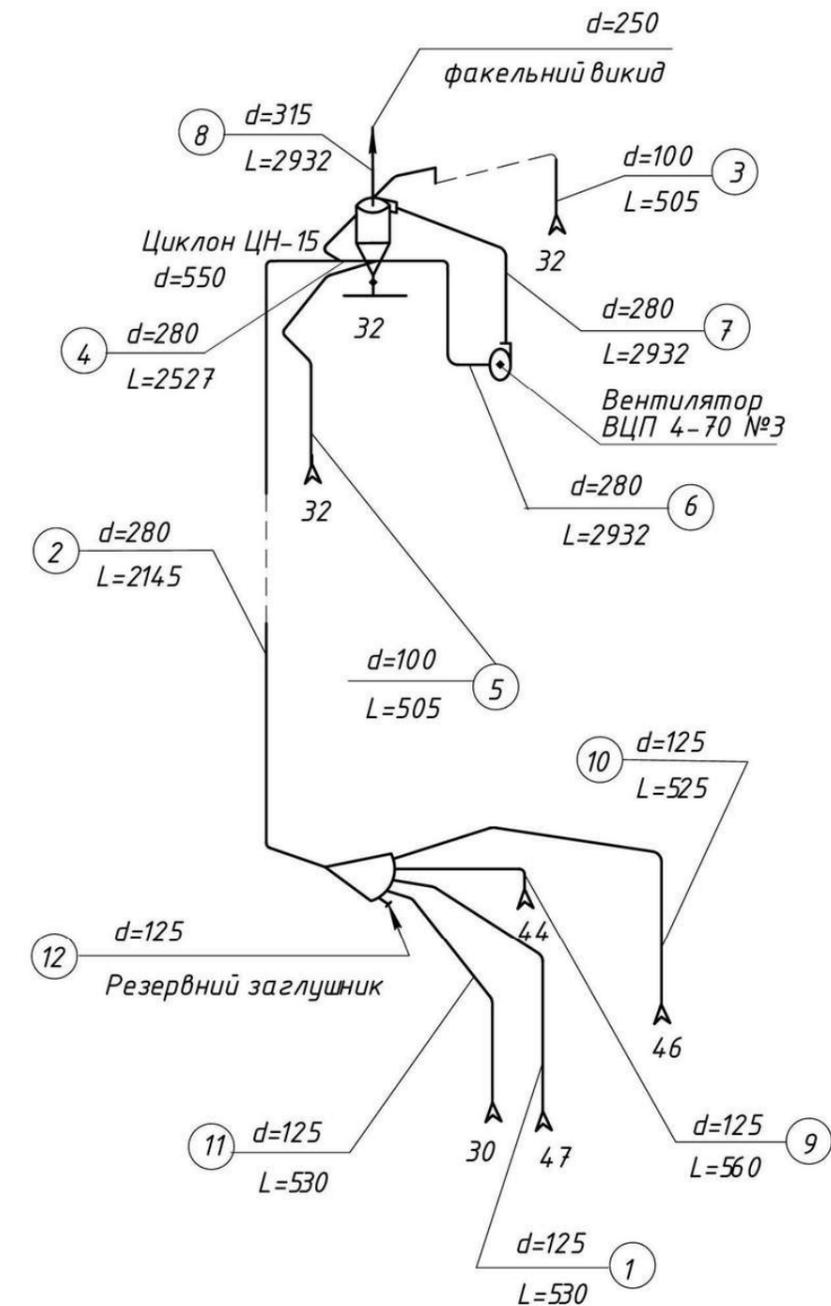
АС 1



АС 2

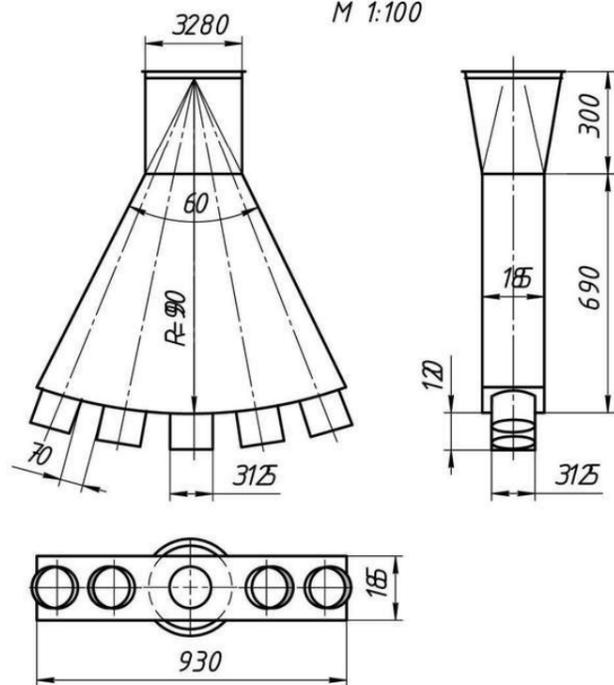


АС 3



## КОЛЕКТОР

М 1:100

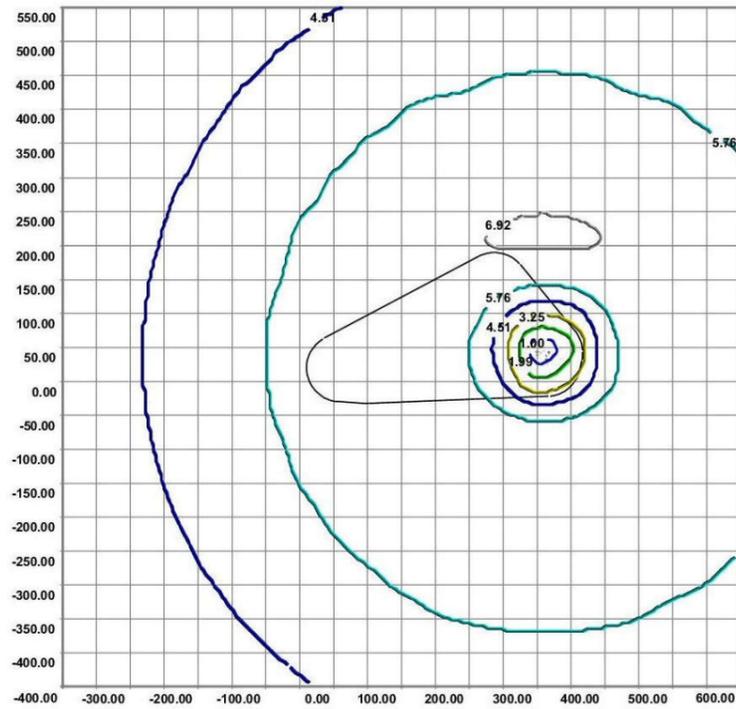


|              |        |      |       |        |      |   |             |        |
|--------------|--------|------|-------|--------|------|---|-------------|--------|
|              |        |      |       |        |      | 601-МТ 16164  |             |        |
|              |        |      |       |        |      | Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |             |        |
| Зм.          | Кільк. | Арк. | Надк. | Підпис | Дата | Розробив  | Павень А.А. |        |
| Керівник     |        |      |       |        |      | Голік Ю.С.  |             |        |
| Перевірив    |        |      |       |        |      |   |             |        |
| Зав. кафедри |        |      |       |        |      | Голік Ю.С.  |             |        |
|              |        |      |       |        |      | Стадія  | Аркуш       | Аркуші |
|              |        |      |       |        |      | ДМР   | 10          | 12     |
|              |        |      |       |        |      | АКСОНОМЕТРИЧНІ СХЕМИ СИСТЕМ АСПІРАЦІЇ   |             |        |
|              |        |      |       |        |      | НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т  |             |        |

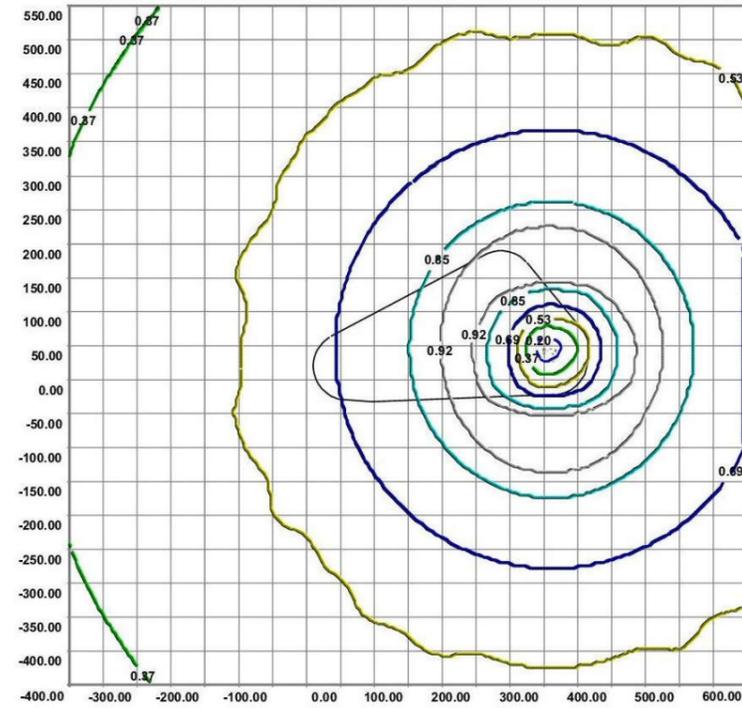
# КАРТИ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ

## ПИЛ СУХОГО БУРЯКОВОГО ЖОМУ (10364)

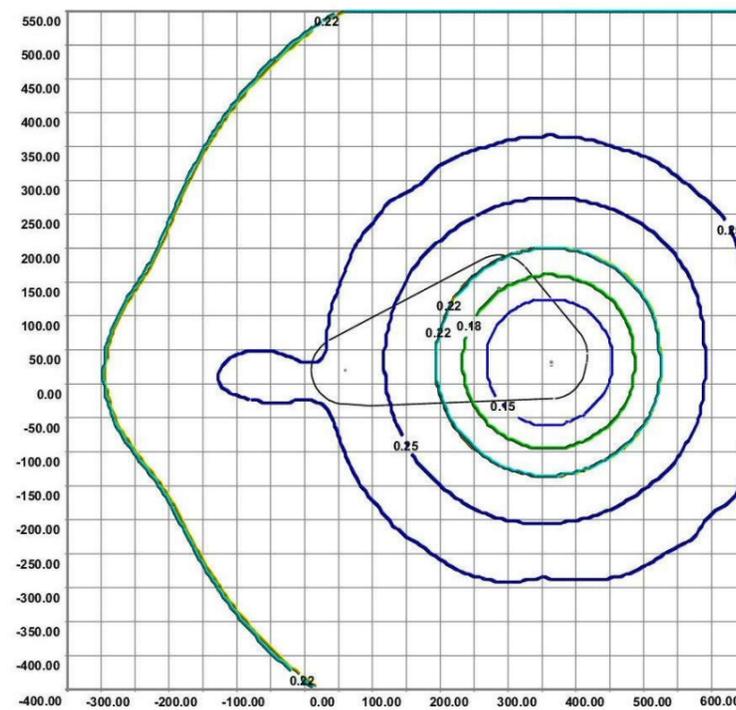
До очищення



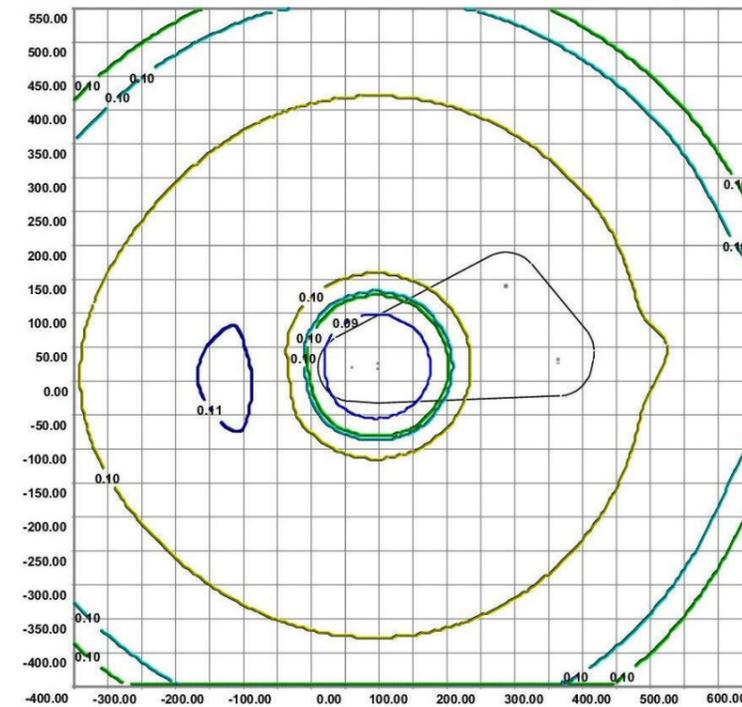
Після очищення



АЗОТУ ДІОКСИД (301)



ВУГЛЕЦЮ ОКСИД (337)



— Нормативна санітарно-захисна зона

|              |              |      |        |        |      |   |  |  |       |         |
|--------------|--------------|------|--------|--------|------|---|--|--|-------|---------|
|              |              |      |        |        |      | 601-МТ 16164  |  |  |       |         |
|              |              |      |        |        |      | Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |  |  |       |         |
| Зм.          | Кільк.       | Арк. | Модок. | Підпис | Дата | Карти розсіювання забруднюючих речовин  |  | Стадія   | Аркуш | Аркушів |
| Розробив     | Плавень А.А. |      |        |        |      | пил сухого бурякового жому  |  | ДМР  | 11    | 12      |
| Керівник     | Гонік Ю.С.   |      |        |        |      | азоту діоксид, вуглецю оксид  |  |  |       |         |
| Перевірив    |              |      |        |        |      |   |  |  |       |         |
| Зав. кафедри | Гонік Ю.С.   |      |        |        |      |   |  | НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т |       |         |

# ВИСНОВКИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

12

Метою магістерської роботи була реконструкція систем аспірації жомосушильного відділення цукрозаводу в м. Червонозаводське, підвищення ефективності роботи вентиляційного обладнання та зменшення рівня забруднення атмосферного повітря.

У ході виконання магістерської роботи було проведено огляд різних типів систем вентиляції та очисного обладнання, визначені основні забруднювачі та небезпечні чинники при роботі обладнання жомосушильного відділення.

Визначено параметри внутрішнього та зовнішнього повітря. Проведено обстеження будівлі ділянки, та розрахунок тепловтрат приміщення.

За вихідними даними проведено аеродинамічний розрахунок систем вентиляції (П-1, П-2) та аспірації (АС-1, АС-2, АС-3), виконано розрахунок та підбір вентиляційного та пилогазоочисного обладнання.

За результатами обстеження та розрахунків розроблена низка заходів з підвищення енергетичної ефективності роботи систем вентиляції, а саме:

- Заміна вентиляторів старих типів на сучасні вентилятори;
- Регулювання витяжної вентиляції шиберами на робочому місці;
- Заміна загальнообмінних цехових систем вентиляції на місцеві індивідуальні рекуперативні системи;
- Використання регульованого частотного приводу вентиляторів;
- Автоматичне керування вентиляційними установками;
- Впровадження графіків роботи вентиляційних систем;
- Встановлення вентиляційних систем з перемінною витратою повітря (VAV – Variable Air Volume).

За результатами обстеження та розрахунків робочих параметрів аеродинамічних мереж робимо висновок, що найбільш оптимальним є впровадження комплексу заходів з підвищення енергоефективності роботи систем вентиляції. Позитивний результат досягається за рахунок розширення спектра регулювання та зменшення втрати тиску на забезпечення робочих параметрів систем вентиляції та аспірації.

Для перевірки ефективності роботи систем аспірації було виконано розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

Розрахунок розсіювання виконувався для існуючих показників викидів забруднюючих речовин, визначених при виконанні інвентаризації джерел викидів без урахування фонових концентрацій.

Проведені розрахунки показують, що перевищення рівня гранично допустимої концентрації для забруднюючих речовин без врахування фонових концентрацій не виявлено.

Перевищення встановлених нормативів екологічної безпеки в районі санітарно-захисної зони підприємства не спостерігається.

|              |            |      |        |        |      |   |  |       |         |
|--------------|------------|------|--------|--------|------|---|--|-------|---------|
|              |            |      |        |        |      | 601-МТ 16164  |  |       |         |
|              |            |      |        |        |      | Реконструкція системи аспірації ділянки цукрозаводу в м. Червонозаводське з елементами енергозбереження |  |       |         |
| Зм.          | Кільк.     | Арк. | Модок. | Підпис | Дата |   |  |       |         |
| Розробив     | Плюнь А.А. |      |        |        |      | Висновки до магістерської роботи  | Стадія   | Аркуш | Аркушів |
| Керівник     | Голік Ю.С. |      |        |        |      | ДМР   | 12   | 12    |         |
| Перевірив    |            |      |        |        |      |   |  |       |         |
| Зав. кафедри | Голік Ю.С. |      |        |        |      | Висновки до магістерської роботи  | НУ "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка" Кафедра ТГВ та Т |       |         |