

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Запорізький національний університет**

Кафедра ОМТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять з дисципліни «Проектування цехів  
ковальсько-штампувального виробництва»

для студентів спеціальності

всіх форм навчання

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Проектування цехів ковальсько-штампувального виробництва» для студентів спеціальності металургія, освітньої програми (спеціалізації) «Обробки металів тиском» всіх форм навчання. /Укл.: Явтушенко А.В. - Запоріжжя: ЗНУ, 2022. – 19 с.

Укладач: А.В. Явтушенко, к.т.н., доц.

Рецензент: Ю.О. Белоконь, зав. каф. ОМТ, д.т.н, проф.

Відповідальний за випуск: А.В. Явтушенко, к.т.н., доц.

Затверджено

на засіданні кафедри ОМТ

протокол № від

Рекомендовано до видання

Протокол № від

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| 1. Практичне заняття №1 «Основні нормативні та довідкові матеріали, що використовуються при проектуванні цехів ковальсько-штампувально виробництва»..... | 4  |
| 2. Практичне заняття №2 «Вибір і розрахунок кількості виробничого обладнання в цехах вільного кування». ....   | 7  |
| 3. Практичне заняття №3 «Вибір і розрахунок кількості виробничого обладнання в ковальсько-штампувальних цехах».....                                      | 10 |
| 4. Практичне заняття №4 «Вибір і розрахунок кількості виробничого обладнання в листоштампувальному (пресовому) цеху».....                                | 14 |
| 5. Практичне заняття №5 «Розробка компоновочного плану проектуємого цеху».....   | 15 |
| 6. Рекомендована література.....   | 17 |

## 1 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1 «ОСНОВНІ НОРМАТИВНІ ТА ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЦЕХІВ КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА»

**Тема:** основні нормативні та довідкові матеріали, що використовують при проектуванні цехів ковальсько-штампувального виробництва.

**Мета:** вивченню та засвоєнню належать:

- Правила маркірування ковальсько-штампувального обладнання;
- Знайомство з довідковими матеріалами, що використовуються при розрахунках кількості обладнання, чисельності працюючих, площ цехів, кількості основних та допоміжних матеріалів для виконання річної програми.

**Загальні відомості:** кожному виду ковальсько-штампувального обладнання надається самостійний знак за алфавітом: А – автомати ковальсько-пресові, Б – преси пакетувальні та брикетувальні, В – машини кувальні, Г – обладнання гідропресових установок, Д – преси гідравлічні для неметалевих речовин та металопоорошків, И – машини згинальні та правильні, К – преси кривошипні, М – молоти, Н – ножиці та холодноломачі, П – преси гідравлічні для металу, С – вальці кувальні, Ф – преси гвинтові, рейкові, важільні.

Другий знак визначається однозначним числом (1,2,3,...9,0) і характеризує групу обладнання.

Третій знак також визначається однозначним числом і характеризує тип обладнання.

Четвертий та п'ятий знаки визначаються двозначним числом і характеризують типорозмір машини, тобто її основний розмірний параметр: розмір номінального зусилля, діаметр або товщину обробляемого матеріалу і т. ін.

Розмір основного параметру обирається з переважного ряду чисел, наприклад, для номінальних зусиль переважний ряд надано в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

| Номінальне зусилля, Мн | Номер типорозміру |
|------------------------|-------------------|
| .                      | .                 |
| . *                    | *.                |
| .                      | .                 |
| 1,00                   | 30                |
| 1,25                   | 31                |
| 1,60                   | 32                |
| 2,00                   | 33                |
| 2,50                   | 34                |
| 3,15                   | 35                |
| 4,00                   | 36                |
| 5,00                   | 37                |
| 6,30                   | 38                |
| 8,00                   | 39                |
| 10,00                  | 40                |
| .                      | .                 |
| . *                    | *.                |
| .                      | .                 |

\* розміри мають продовження зверху та знизу.

Розрізняють такі категорії машин.

**Базова модель:** параметри технічної характеристики цілком відповідають державному стандарту на цей вид ковальсько-штампувальної машини. Марки машини містить п'ять знаків – одну літеру та чотири цифри.

В табл. 1.2 надані необхідні відомості для визначення групи та типу кривошипних пресів.

**Модифікація базової моделі:** змінюються один чи декілька параметрів технічної характеристики базової моделі при тому ж конструктивному виконанні. В цьому випадку до маркіровки базової моделі додається шостий знак – літера алфавіту у порядку черги (А, Б, В, ...), тобто при першій зміні параметрів додається літера А, при другій – замість А стає Б і т.п.

Таблиця 1.2 – Визначення груп та типів кривошипних пресів

| Групи   |                           | Типи                   |                         |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|---|---------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|--|--|
|   |                           | 1                      | 2                       | 3                               | 4                               | 5                               | 6                               | 7                               | 8                              | 9 |  |  |
| Преси<br>одностоякові                             | 1                         | З регульваним ходом    |                         |                                 |                                 | Зі стали ходом                  |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           | з валом I<br>фронту    |                         | з валом II<br>фронту            |                                 | з валом I<br>фронту             |                                 | з валом II<br>фронту            |                                |   |  |  |
|   |                           | стіл<br>неру-<br>хомий | стіл<br>пере-<br>сувний | стіл<br>неру-<br>хомий          | стіл<br>пере-<br>сувний         | стіл<br>неру-<br>хомий          | стіл<br>пере-<br>сувний         | стіл<br>неру-<br>хомий          | стіл<br>пере-<br>сувний        |   |  |  |
| Преси двухстоякові                                | Простої дії               | Однокриво<br>шипні     | з відкритою станиною    |                                 |                                 |                                 | з закритою станиною             |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           |                        | ненахиляємі             |                                 | нахиляємі                       |                                 | з верх-<br>нім<br>приво-<br>дом | з ниж-<br>нім<br>приво-<br>дом  |                                |   |  |  |
|   |                           |                        | з<br>регул.<br>ходом    | зі<br>сталим<br>ходом           | з<br>регул.<br>ходом            | зі<br>сталим<br>ходом           |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           | Двохкриво<br>шипні     | з відкритою станиною    |                                 |                                 |                                 | з закритою станиною             |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           |                        | ненахиляємі             |                                 | нахиляємі                       |                                 | з верх-<br>нім<br>приво-<br>дом | з ниж-<br>нім<br>приво-<br>дом  |                                |   |  |  |
|   |                           |                        | стіл<br>неру-<br>хомий  | стіл<br>пере-<br>сувний         |                                 |                                 |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|   | Чотирик<br>кривоши<br>пні |                        |                         |                                 |                                 | з закритою станиною             |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           |                        |                         |                                 |                                 | з верх-<br>нім<br>приво-<br>дом | з ниж-<br>нім<br>приво-<br>дом  |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           |                        |                         |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|   | Преси двухстоякові        | Подвійної дії          | Однокрив<br>ошипні      | з відкритою станиною            |                                 |                                 |                                 | з закритою станиною             |                                |   |  |  |
|   |                           |                        |                         | ненахиляємі                     |                                 | нахиляємі                       |                                 | з верх-<br>нім<br>приво-<br>дом | з ниж-<br>нім<br>приво-<br>дом |   |  |  |
|   |                           |                        | Двохкриво<br>шипні      | з відкритою станиною            |                                 |                                 |                                 | з закритою станиною             |                                |   |  |  |
| ненахиляємі                                       |                           | нахиляємі              |                         | з верх-<br>нім<br>приво-<br>дом | з ниж-<br>нім<br>приво-<br>дом  |                                 |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           |                        |                         |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                |   |  |  |
| Чотирик<br>кривоши<br>пні                         |                           |                        |                         |                                 |                                 | з закритою станиною             |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           |                        |                         |                                 | з верх-<br>нім<br>приво-<br>дом | з ниж-<br>нім<br>приво-<br>дом  |                                 |                                 |                                |   |  |  |
| Преси карбу-<br>валіні та гаряче<br>штампу-вальні | 8                         |                        |                         | карбувальні                     |                                 | гарячештампвальні               |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           |                        |                         | з нор-<br>маль-<br>ним<br>ходом | зі збіль-<br>шеним<br>ходом     | гаряче<br>об'ємне<br>штамп.     | гаряче<br>витікан-<br>ня        | холод-<br>не ви-<br>тікання     |                                |   |  |  |
| Преси обрізні                                     | 9                         |                        |                         |                                 |                                 | з закритою станиною             |                                 |                                 |                                |   |  |  |
|   |                           |                        |                         |                                 |                                 | без<br>боков.<br>полз.          | з боков.<br>полз.               |                                 |                                |   |  |  |
| Преси спеціальні                                  | 0                         |                        |                         |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                |   |  |  |

Цей знак добавляється наприкінці базової моделі. Таким чином, у маркіровці модифікації базової моделі міститься шість знаків – дві літери та чотири цифри.

**Модель, що паралельна базовій:** відрізняється від базової конструктивним виконанням при зберіганні основної технічної характеристики базової моделі. В цьому випадку до маркіровки базової моделі після літери додається другий знак – літера алфавіту у порядку черги (А, Б, В, ...). Таким чином, маркіровка моделі, що паралельна базовій, містить шість знаків – дві літери та чотири цифри, при цьому обидві літери розташовуються спочатку.

**Модифікація паралельно-базової моделі:** відрізняється від базової одночасною зміною як одного чи декількох параметрів технічної характеристики, так і конструктивним виконанням. При цьому до маркіровки базової моделі додаються дві літери: одна – в кінці, друга – після першого літерного позначення. Таким чином, маркіровка модифікації паралельно-базової моделі сім знаків – три літери та чотири цифри.

### **Порядок виконання практичного заняття:**

1 По узгодженню з викладачем студент складає маркіровку декількох машин різних видів ковальсько-штампувального обладнання. Для кожного виду спочатку складається маркіровка базової моделі, а потім – інших.

2 По узгодженню з викладачем ознайомитись та зафіксувати у робочому зошиті довідкові відомості для одного із цехів (кувального, ковальсько-штампувального або листоштампувального), що використовуються при розрахунках кількості обладнання, чисельності працюючих, площі цеху.

Література [3,4,7]

## **2 ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 «ВИБІР І РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ В ЦЕХАХ ВІЛЬНОГО КУВАННЯ**

**Тема:** вибір і розрахунок кількості виробничого обладнання в цехах вільного кування.

**Мета:** ознайомитись з методикою розрахунку кількості кувального обладнання в цехах вільного кування.

**Загальні відомості:** технологічний процес вільного кування при проектуванні кувальних цехів, як правило, не розробляється, за винятком

поковок складної конфігурації з важкодеформуємих сталей або сплавів. Кування в залежності від маси заготовок виконується на кувальних пневматичних молотах, пароповітряних молотах або на кувальних гідравлічних пресах. Для розрахунку кількості та вибору типорозмірів кувального обладнання необхідні такі вихідні дані: креслення поковок, матеріал, кількість, вага та технічні вимоги на виготовлення. Вся річна програма розподіляється на вісові групи, по яким визначається тип та міцність кувального обладнання, тобто його типорозмір. Потребна кількість кожного типорозміру обладнання визначається по показникам годинної продуктивності, групам складності та кількості поковок, що виготовляється.

Послідовність розрахунку така:

- Річну програму, що задана, довільно по узгодженню з викладачем, розподіляємо по ваговим групам та групам складності;
- Здійснюємо вибір типу та розміру кувального обладнання, виходячи з прийнятої ваги поковок;
- Для кожного типорозміру обладнання визначаємо його годинну продуктивність;
- Визначаємо завантаження обладнання на виконання програми;
- Прийнявши режим роботи обладнання (в одну, дві або три зміни на добу), визначаємо його розрахункову кількість з урахуванням коефіцієнту завантаження;
- Округлюючи отримане число до найближчого цілого, визначаємо прийняту кількість обладнання.

Оскільки методика розрахунку кількості кувального обладнання для кожного типорозміру аналогічна, тому розберемо надану методику на прикладі пароповітряного кувального молота арочного типу з вагою падаючих частин 1 тона.

**Приклад.** Річна виробнича програма – 1800 тон поковок, з яких 1000 тон – поковки другої групи складності вагою від 20 до 100 кг, та 800 тон – поковки третьої групи складності вагою від 40 до 70 кг.

Згідно ваги поковок встановлюємо, що потрібен молот з в.п.ч. 1 тона [1, с. 118, табл. 12].

Годинна продуктивність роботи молоту з урахуванням розміру партії та марки вихідного матеріалу поковок буде:

- Для поковок другої групи складності

$$П_{г, II} = П_{т, II} \cdot K_1 \cdot K_2 = 600 \cdot 1,2 \cdot 0,87 = 626,4 \text{ кг/годину,}$$



- Для поковок третьої групи складності

$$P_{г, ш} = P_{т, ш} \cdot K_1 \cdot K_2 = 420 \cdot 1,2 \cdot 0,87 = 438,48 \text{ кг/годину,}$$

де  $P_{т, ш}$  – табличні значення годинної продуктивності [1, с. 119, табл. 13];

$K_1$  – коефіцієнт, враховуючий вплив розміру партії поковок [1, с. 119, табл. 15];

$K_2$  – коефіцієнт, враховуючий вплив марки матеріалу поковки [1, с. 120, табл. 16];

Розмір партії та марка матеріалу поковок приймаються довільно.

Завантаження молоту на виконання програми, що задана, знаходиться як частка від ділення програми на годинну продуктивність. Тоді необхідна кількість годин роботи молоту для кування поковок другої та третьої груп складності буде відповідно:

$$\frac{1000000}{626,4} = 1596,42$$

$$\frac{800000}{438,48} = 1824,5$$

Всього молот повинен відпрацювати:

$$1596,42 + 1824,5 = 3420,92 \text{ годин}$$

Приймаємо двозмінний режим роботи молоту, при цьому його річний дійсний фонд часу дорівнюється [1, с. 112, табл. 4];

$$\Phi_{до} = 3975 \text{ годин.}$$

Тоді необхідна кількість молотів для виконання програми, що задана, буде:

$$n = \frac{3420,92}{\Phi_{до} \cdot K_3} = \frac{3420,92}{3975 \cdot 0,95} = 0,906 \approx 1,$$

де  $K_3$  – коефіцієнт завантаження молоту [1, с. 120];

Для зручності використання розрахункові дані оформлюємо у вигляді таблиці 2.1.

**Порядок виконання практичного завдання:**

- 1) По узгодженню з викладачем студент отримує значення річної програми, розподіляє її на групи складності і вісові групи та здійснює розрахунки кількості обладнання;
  - 2) Розрахункові дані оформлюємо у вигляді таблиці 2.1;
  - 3) Підсумки розрахунків подаються викладачу на перевірку.
- Література [1, 2, 4].

Таблиця 2.1

| Найменування обладнання                               | Характеристика поковок |                  | Річна програма, т | Годинна продуктивність, кг/год | Завантаження на програму, год. | Річний дійсний фонд часу, год | Кількість обладнання |          | Коефіцієнт завантаження |
|---|------------------------|------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------|-------------------------|
|   | Група складності       | Вагова група, кг |                   |                                |                                |                               | Розрахункова         | Прийнята |                         |
| 1   | 2                      | 3                | 4                 | 5                              | 6                              | 7                             | 8                    | 9        | 10                      |
| Молот кувальний пароповітряний з в.п.ч. 1000кг, М1340 | II                     | 20...100         | 1000              | 626,4                          | 1596,42                        | 3975                          | 0,423                | 1        | 0,95                    |
|   | III                    | 40...70          | 800               | 438,48                         | 1824,5                         |                               | 0,483                |          |                         |
| <b>Разом</b>  |                        |                  | <b>1800</b>       |                                | <b>3420,92</b>                 |                               | <b>0,906</b>         | <b>1</b> |                         |

### **3 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3 «ВИБІР І РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ В КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНИХ ЦЕХАХ»**

**Тема:** вибір і розрахунок кількості обладнання в ковальсько-штампувальних цехах.

**Мета:** ознайомитись з методикою укрупненого розрахунку кількості виробничого обладнання в ковальсько-штампувальних цехах.

**Загальні відомості:** існують три методи розрахунку кількості ковальсько-штампувального обладнання: подетальний, усереднений та укрупнений.

При подетальному методі розробляються технологічні процеси штампування на кожну поковку, що передбачена виробничою програмою, підбирається необхідне штампувальне обладнання. Кожна штампувальна операція нормується. Подетальний метод характеризується точними результатами, але він дуже трудомісткий.

Суть усередненого методу полягає в тому, що вся номенклатура поковок розподіляється на групи, які близькі по особливостям конструкції та технології штампування, а подальший розрахунок ведеться по представнику

кожної групи, для якого розробляється докладний технологічний процес штампування, підсумки якого розповсюджуються на інші деталі групи.

Метод укрупненого розрахунку не вимагає розробки технологічних процесів штампування, а ґрунтується на використанні деяких техніко-економічних показників роботи аналогічних виробництв. В цьому випадку за основу приймається діючий (базовий) цех, а розрахунки по цеху, що проектується, виконуються з корегуванням на зміну виробничої програми. Цей метод менш трудомісткий в порівнянні з вищезначеним, але галузь його використання обмежена. Так, наприклад, він застосовується при попередніх розрахунках з реконструкції та модернізації діючих виробництв, а також в дипломному та курсовому проектуванні.

Для виконання розрахунку кількості штампувального обладнання укрупненим методом необхідні такі відомості по базовому цеху:

- Річна виробнича програма цеху  $N_6$ ;
- Типи, типорозміри та кількість виробничого обладнання;
- Трудомісткість виготовлення однієї тони поковок (або комплекту штамповок)  $T_6$ , при цьому враховуються тільки трудовитрати на штампувальні операції;
- Середній по цеху рівень виконання норм виробки  $K_{cp}$ ;
- Середній по цеху коефіцієнт щільності бригад  $K_{ш}$ .

Послідовність розрахунку така:

Визначаємо фактичну трудомісткість штампувальних операцій в базовому цеху

$$T_{\phi} = \frac{T_6}{K_{п}}, \text{ нормо-годин,}$$

де  $K_{п}$  – прогресивний рівень виконання діючих норм:

$$K_{п} = K_{cp} \cdot K_1,$$

де  $K_1$  – коефіцієнт приведення діючих норм до прогресивного рівня, таблиця 3.1.

Таблиця 3.1

| $K_{cp}(\%)$           | $K_1$ |
|------------------------|-------|
| 1,25(125%)             | 1,10  |
| 1,25...1,5(125...150%) | 1,12  |
| 1,5...2,0(150...200%)  | 1,14  |
| св. 2,0(св. 200%)      | 1,16  |

Оскільки в проектуємому цеху річна виробнича програма  $N_p$  повинна бути значно більша, ніж у базовому, то це зумовлює можливість подальшого скорочення фактичної трудомісткості внаслідок більшого використання прогресивної технології, збільшення рівня механізації та автоматизації технологічних процесів. Тоді розрахункова трудомісткість буде:

$$T_p = T_\phi \cdot \left(\frac{N_\phi}{N_p}\right)^x, \text{ нормо-годин,}$$

де  $x$  – степений показник, відображаючий вплив збільшення програми випуску продукції на зниження трудомісткості:  $x=0,26$  для цехів гарячого об’ємного штампування;  $x=0,24$  для холодного листового штампування.

Визначаємо розрахункову верстатомісткість:

$$B_p = \frac{T_p}{K_{\text{ш}}}, \text{ верстато-годин,}$$

де  $K_{\text{ш}}$  – середній по цеху коефіцієнт щільності бригад, визначається як відношення кількості виробничих робочих, безпосередньо обслуговуючих ковальсько-штампувальне обладнання в одну зміну, до числа цих машин.

Тоді розрахункова кількість виробничого обладнання в проектуємому цеху буде:

$$n_p = \frac{B_p \cdot N_p \cdot K_{\text{ш}}}{\Phi_{\text{до}} \cdot K_3}$$

де  $\Phi_{\text{до}}$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, який приймається рівним для провідного, тобто для обладнання, що має перевагу;

$K_{\text{ш}}$  – коефіцієнт, враховуючий витрати часу на переналадку штампів;

$K_3$  – середній по цеху коефіцієнт завантаження обладнання.

Розрахункова кількість обладнання порівнюється у відсотковому відношенні з обладнанням базового цеху, і визначається розрахункова кількість кожного типорозміру. Округлення розрахункових величин до цілих, тобто визначення прийнятої кількості обладнання, повинно провадитись таким чином, щоб загальна кількість прийнятого обладнання  $n_{\text{пр}}$  практично рівнялось  $n_p$ . Для цього рекомендується виходити із слідуючого: оскільки штампування деталей з меншого типорозміру обладнання може бути переведено на більший, то розрахункові величини округлюють до цілих в більший бік для великих машин і в менший – для дрібних. Для унікальних машин допускається перевантаження за рахунок додаткової роботи, наприклад, у третю зміну. Крім того, коефіцієнт переналадки штампів  $K_{\text{ш}}$  необхідно корегувати з урахуванням можливості проведення налагодочних робіт частково у третю неробочу зміну та вихідні дні.

В табл. 3.2 надано приклад підсумкового оформлення розрахунку обладнання. Вихідні дані базового цеху, обладнання якого надано у табл. 3.2, такі:

- Річна виробнича програма  $N_6 = 64$  тисячі тон поковок;
- Трудомісткість штампувальних операцій по виготовленню тони поковок  $T_6 = 5,12$  нормо-годин;
- Середній по цеху рівень виконання норм виробки  $K_{cp} = 1,18$ ;
- Середній по цеху коефіцієнт щільності бригад  $K_{ш} = 1,06$ .

**Порядок виконання практичного заняття:**

- Узгодити з викладачем вихідні дані, в т.ч. склад обладнання базового цеху, а також річну програму  $N_n$  проектуемого цеху;
- Виконати необхідні розрахунки;
- Заповнити таблицю 3.2;
- Зробити висновок;
- Подати підсумки розрахунків викладачу на перевірку.

Література [1, 2, 3].

Таблиця 3.2

| Характеристика обладнання            |        |                    | Базовий цех |            | Проектуемий цех |          |
|--------------------------------------|--------|--------------------|-------------|------------|-----------------|----------|
| Найменування                         | Модель | Номін. зусилля, Мн | Кількість   | %          | $n_p$           | $n_{np}$ |
| Прес-ножиці сортові кривошипні       | HA1540 | 10,0               | 1           | 1,5        |                 |          |
|                                      | H1873A | 5,0                | 1           | 1,5        |                 |          |
|                                      | H1535  | 3,15               | 1           | 1,5        |                 |          |
| Преси кривошипні гарячештаповані     | K8548  | 63,0               | 1           | 1,5        |                 |          |
|                                      | KB8546 | 40,0               | 3           | 4,5        |                 |          |
|                                      | KB8544 | 25,0               | 8           | 11,9       |                 |          |
|                                      | KB8542 | 16,0               | 9           | 13,4       |                 |          |
| Преси закриті однокривошипні обрізні | K9538  | 6,3                | 1           | 1,5        |                 |          |
|                                      | KA9536 | 4,0                | 3           | 4,5        |                 |          |
|                                      | KB9534 | 2,5                | 8           | 11,9       |                 |          |
|                                      | KA9532 | 1,6                | 9           | 13,4       |                 |          |
| Вальці кувальні                      | C1335  | 0,8                | 1           | 1,5        |                 |          |
|                                      | C1333  | 0,4                | 8           | 11,9       |                 |          |
| Машини горизонтально-кувальні        | B1141  | 12,5               | 2           | 3,0        |                 |          |
|                                      | B1139A | 8,0                | 5           | 7,5        |                 |          |
| Преси карбувальні                    | K8343  | 20,0               | 3           | 4,5        |                 |          |
|                                      | K8340  | 10,0               | 1           | 1,5        |                 |          |
|                                      | K8336  | 4,0                | 1           | 1,5        |                 |          |
|                                      | K8332  | 1,6                | 1           | 1,5        |                 |          |
| <b>Разом</b>                         |        |                    | <b>67</b>   | <b>100</b> |                 |          |

#### 4 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4 «ВИБІР І РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ В ЛИСТОШТАМПУВАЛЬНОМУ (ПРЕСОВОМУ) ЦЕХУ»

**Тема:** вибір і розрахунок кількості виробничого обладнання в листоштампувальному (пресовому) цеху.

**Мета:** ознайомитись з особливостями методики укрупненого розрахунку кількості виробничого обладнання в листоштампувальних цехах.

**Загальні відомості:** відомості та методика розрахунку аналогічна той, що викладена в практичному занятті №3, за винятком вихідних даних.

В табл. 4.1 надано приклад підсумкового оформлення розрахунку обладнання. Вихідні дані базового цеху такі:

- Річна виробнича програма  $N_6 = 165$  тисяч комплектів штамповок;
- Трудомісткість штампувальних операцій по виготовленню одного комплекту штамповок  $T_6 = 3,19$  нормо-год/компл.;
- Середній по цеху рівень виконання норм виробки  $K_{cp} = 1,09$ ;
- Середній по цеху коефіцієнт щільності бригад  $K_{ш} = 1,16$ .

Треба пам'ятати, що з урахуванням необхідні виробництва запасних частин фактичні трудовитрати приймаються на 10% більш, ніж необхідні для виконання річної програми. Тобто для подальших розрахунків річна виробнича програма проєтуємого цеху збільшується на 10%.

**Порядок виконання практичного заняття** такий самий, як у попередньому.

Література [1, 2, 3].

Таблиця 4.1

| Характеристика обладнання   |  |  | Базовий цех |            | Проектуємий цех |     |  |
|---|--|--|-------------|------------|-----------------|-----|--|
| Найменування  | Модель   | Товщина листа, мм або ном. зусилля, Мн | Кількість   | %          | Пр              | Прр |  |
| Ножиці кривошипні листові з похилим ножем, найбільша товщина листа Smax | НД3312Б  | 1,6мм                                  | 2           | 1,54       |                 |     |  |
|   | НД3414Г  | 2,5мм                                  | 3           | 2,31       |                 |     |  |
|   | НК3416   | 4,0мм                                  | 2           | 1,54       |                 |     |  |
| Установка розкрію широкорулоного прокату найбільша товщина листа        |  | 3,5                                    | 2           | 1,54       |                 |     |  |
| Преси однокривошипні відкриті простої дії ненахиляємі одностоякові      | КД1124   | 0,25                                   | 4           | 3,08       |                 |     |  |
|   | КД1126   | 0,40                                   | 3           | 2,31       |                 |     |  |
|   | КД1128   | 0,80                                   | 3           | 2,31       |                 |     |  |
| Преси однокривошипні відкриті простої дії ненахиляємі двохстоякові      | КЕ2130   | 1,0                                    | 3           | 2,31       |                 |     |  |
|   | КВ2132   | 1,6                                    | 3           | 2,31       |                 |     |  |
| Преси закриті Простої дії   | Однокривошипні                                   | КВ2534                                 | 2,5         | 10         | 7,69            |     |  |
|   |  | КВ2535А                                | 3,15        | 12         | 9,23            |     |  |
|   |  | КВ2536                                 | 4,0         | 12         | 9,23            |     |  |
|   | Двохкривошипні                                   | КБ3534А                                | 2,5         | 9          | 6,91            |     |  |
|   |  | КВ3536                                 | 4,0         | 10         | 7,69            |     |  |
|   |  | КБ3537                                 | 5,0         | 10         | 7,69            |     |  |
|   | Чотирикривошипні                                 | КА4537                                 | 5,0         | 5          | 3,85            |     |  |
|   |  | КБ4539                                 | 8,0         | 4          | 3,08            |     |  |
|   | Преси-автомати листоштампувальні багатопозиційні | АА6136                                 | 4,0         | 6          | 4,61            |     |  |
| АА6138  |  | 6,3                                    | 3           | 2,31       |                 |     |  |
| Преси закриті Подвійної дії   | Однокривошипні                                   | КБ5530                                 | 1,0         | 4          | 3,08            |     |  |
|   |  | КА5535                                 | 3,15        | 6          | 4,61            |     |  |
|   | Двохкривошипні                                   | КБ6537                                 | 5,0         | 6          | 4,61            |     |  |
|   |  | КА6538                                 | 6,3         | 5          | 3,85            |     |  |
| Преси гідравлічні пакетувальні для металевих відходів                   | БА1334А  | 2,5                                    | 2           | 1,54       |                 |     |  |
|   | Б1642  | 16,0                                   | 1           | 0,77       |                 |     |  |
| <b>Разом</b>  |  |  | <b>130</b>  | <b>100</b> |                 |     |  |

## 5 ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5 «РОЗРОБКА КОМПОНОВОЧНОГО ПЛАНУ ПРОЕКТУЄМОГО ЦЕХУ»

**Тема:** розробка компоновочного плану проектуємого цеху.

**Мета:** засвоєння методики розробки та побудови компоновочного цеху

**Загальні відомості:** компоновочним планом називається розміщення на плані цеху всіх його дільниць, відділень, служб, встановлення взаємозв'язку між ними, розробка декількох варіантів такого розміщення, аналіз цих варіантів та вибір оптимального, який в найбільшій мірі

задовольняє потребам потокового виробництва, забезпечує найменшу протяжність основних вантажопотоків, відповідає вимогам охорони праці та техніки безпеки.

В значній мірі на компоновочне рішення проектуємого цеху буде впливати тип виробництва, від якого залежить як склад, так і його взаємозв'язок з іншими цехами. При збільшенні типу виробництва від малосерійного до масового зростає рівень спеціалізації і окремі відділення, служби можуть відділятися в самостійні цехи в рамках пресового або ковальсько-штампувального виробництва.

**Порядок виконання практичного заняття:**

- Користуючись результатами попереднього заняття, по питомим нормам виробничої площі на одиницю штампувального обладнання або нормам відстані між сусідніми пресами розрахувати виробничу площу проектуємого цеху;
- По рекомендуємим співвідношенням між виробничими та допоміжними площами визначити допоміжну площу цеху та розподілити її на складові;
- Виходячи з типу виробництва, взаємозв'язку проектуємого цеху з іншими цехами та особливостей організації технічного процесу, прийняти склад цеху;
- Обґрунтувати ширину та взаєморозташування прольтів цеху;
- Визначити довжину цеху;
- Розмістити на плані цеху його ділянки, відділення, служби, виходячи з вимог поточності виробництва;
- Призначити проїзди, проходи, якщо потрібно – залізний увід, підйомно – транспортні механізми загальноцехового призначення, вирішити питання наявності підвальної частини будівлі цеху, температурних швів тощо;
- Відкоректувати розміри будівлі цеху та накреслити ескіз компоновочного цеху.

Література [1, 2, 5, 7].



## 6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник, т. 3, под редакцией Мансурова А. М. – М.: Машиностроение, 1974. – 342 с.
2. Норицын И. А. и др. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов. Учебн. Пособие для вузов. – М.: Высш. Шк., 1977.
3. Кузнечно-штамповочное оборудование. Молоты. Винтовые прессы. Ротационные и электрофизические машины. /Л. И. Живов, А. Г. Овчинников. – 2-е изд., перераб. И доп. – К.: Высш. Шк. Главное изд-во, 1985. – 279 с.
4. Ковка и штамповка: Справочник в 4-х т. /Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. – М.: Mashstroenie, 1985. – Т. 1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка. /Под ред. Е. И. Семенова. 1985. – 568 с., ил.
5. Ковка и штамповка: Справочник в 4-х т. /Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. – М.: Mashstroenie, 1986. – Т. 2. Горячая штамповка. /Под ред. Е. И. Семенова. 1986. – 592 с., ил.
6. Ковка и штамповка: Справочник в 4-х т. /Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. – М.: Mashstroenie, 1987. – Т. 3. Холодная объемная штамповка. /Под ред. Г. А. Навроцкого. 1986. – 384 с., ил.
7. Ковка и штамповка: Справочник в 4-х т. Т. 4. Листовая штамповка. /Под ред. А. Д. Матвеева; ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 – 1987. – 544 с., ил.