

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 4

«Розрахунок потрібної кількості робітників та обладнання для виробництва зварної деталі» з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» усіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 4
«Розрахунок потрібної кількості робітників та обладнання для
виробництва зварної деталі» з дисципліни «Виробництво зварних
конструкцій» для студентів освітньої програми «Технології та
устаткування зварювання» усіх форм навчання /Укл.: А.О. Шумілов,
О. Є. Капустян. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 14 с.

Укладачі: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент
О.Є. Капустян, ст. викладач;
Рецензент: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 6
від 31.01.2018

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 6
від 13.02.2018

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ.....	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ.....	7
4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	7
5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	8
6 ЗМІСТ ЗВІТУ	13
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	14

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити методику нормування часу на виробництво зварної конструкції та розрахунку потрібної кількості робітників і обладнання. Навчитись застосовувати електронні таблиці *EXCEL* для спрощення розрахунків.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Основна мета технічного нормування – встановлення для конкретних організаційно-технічних умов втрат часу, необхідних для виконання заданої роботи, тобто встановлення технічних норм часу чи норм виробітку. При цьому обумовлене найбільш раціональне використання виробничих можливостей та передового досвіду.

Технічні норми – головний критерій при розрахунках потрібної кількості та завантаження обладнання, визначення кількості працюючих для виконання завдань.

Обов'язковою умовою для встановлення обумовлених технічних норм часу чи виробітку – це розбиття технологічного процесу виробництва зварної конструкції на його складові частини: операції, переходи, комплекси прийомів, прийоми та рухи, аналіз продовження цих частин процесу в залежності від факторів, що на нього впливають, а також проектування найбільш економічно вигідної послідовності елементів процесу.

Технічне нормування технологічного процесу виробництва зварної конструкції складається з наступних видів втрат часу: підготовчо-заключний, основний, додатковий, час на обслуговування робочого місця, час перерв. Всі ці норми часу встановлені за допомогою хронометражних робіт та містяться у додатковій літературі [1].

Річна трудомісткість певних видів робіт розраховується, виходячи із загальної кількості одиниць ремонтної складності технологічного обладнання, що підлягає технічному обслуговуванню, поточному, середньому і капітальному ремонту за рік (розрахунок річної трудомісткості аналогічний розрахунку річного обсягу певного

виду робіт у годинах.).

Річний дійсний фонд часу роботи обладнання визначається за формулою:

$$F_d = F_n \cdot K_{в.о.}, \quad (2.1)$$

де F_n – номінальний фонд часу роботи обладнання;

$K_{в.о.}$ – коефіцієнт використання обладнання, що враховує регламентоване проектом обладнання в ремонтах ($K_{в.о.} = 0,93\text{--}0,98$).

Кількість одиниць обладнання для виробництва певних видів робіт (верстатні, зварювальні і т.д.) визначається за формулою:

$$M_{об} = \frac{\sum T_{п.в.р.}}{F_d \cdot k_{в.о.}}, \quad (2.2)$$

де $\sum T_{п.в.р.}$ – сумарна річна трудомісткість певних видів робіт, год;

F_d – річний дійсний фонд часу роботи обладнання, год;

$K_{з.о.}$ – коефіцієнт завантаження (використання) обладнання.

Для розрахунку потрібної кількості обладнання поточної лінії для виробництва зварної конструкції необхідно визначити робочий такт з урахуванням перерв на відпочинок [2]:

$$R = \frac{s(T_{см} - T_{пер})(1-a)(1-\kappa_б)}{N_{в,сут}}, \quad (2.3)$$

$$N_{в,сут} = \frac{N}{255},$$

де $S = 2$ – прийняте число змін за добу;

$T_{зм} = 480$ хв – тривалість зміни;

$T_{пер} = 20$ хв – тривалість перерви для відпочинку за зміну;

$a = 5\%$ – величина добового браку за зміну;

$\kappa_{об} = 5\%$ – витрати часу на ремонт та обслуговування обладнання;

$N_{доб} = 255$ – добова програма випуску, шт/добу;

$N = 9000$ шт/доба – річна програма випуску продукції.

Розрахунок необхідної кількості обладнання за видами робіт.

Кількість печей за видами термічної обробки (крім цементациї) визначається за формулою:

$$M_{\Pi} = \frac{O_{т.о.}}{PP_{\Pi} \cdot F_D \cdot K_{в.о.}}, \quad (2.4)$$

де $O_{т.о.}$ – річний обсяг робіт за видами термічної обробки, кг;

PP_{Π} – продуктивність печі, кг/год;

$K_{в.л.}$ – коефіцієнт використання пода печі по масі (для дрібносерійного виробництва $K_{в.л.} = 0,5-0,8$).

Кількість необхідних верстатів для механічної обробки визначається за формулою:

$$M_c = \frac{T_v + T'_v}{F_D \cdot K_{з.о.}}, \quad (2.5)$$

де T_v – річна трудомісткість верстатних робіт по ремонту технологічного устаткування, год;

T'_v – річна трудомісткість верстатних робіт для власних потреб підприємства, год;

$K_{з.о.}$ – коефіцієнт завантаження верстатів ($K_{з.о.} = 0,75-0,80$).

Отримана кількість одиниць обладнання розподіляється за типами верстатів, виходячи з обсягу механічних робіт за видами обробки. Приблизне розподілення верстатного парку за типами верстатів наводиться в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Процентний розподіл верстатного парку за типами верстатів

Тип верстата	У % до загальної кількості верстатів
токарні	50–60
фрезерні	10–12
свердлильні	10–15
шліфувальні	8–10
стругальні і довбальні	5–10
зуборізні	3–5
інші	3–5

Кількість виробничих одиниць обладнання на кожній i -й операції визначається за формулою:

$$C_{об} = \frac{t_i}{R}, \quad (2.6)$$

де t_i – норма часу на i -ту операцію.

Кількість робочих місць визначається в залежності від кількості потрібного обладнання з урахуванням додаткової допомоги зі сторони підручних [2].

Для проведення розрахунків норм часу, потрібного обладнання, а також робочих місць доцільно використовувати програму електронних таблиць *Excel*, що входить до стандартного пакету *Microsoft Office*. Зручна в користуванні система, дозволяє робити різноманітні розрахунки за допомогою введення формул.

ЗКОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Методика нормування часу на виробництво зварної конструкції.

2. Методика розрахунку потрібної кількості обладнання та робітників.

3. Основні принципи роботи з електронними таблицями *Microsoft Excel*.

4. Назвіть переваги проведення розрахунків із застосуванням програми *Microsoft Excel*.

4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Під час виконання лабораторної роботи треба дотримуватися вимог Техніки безпеки, Правил протипожежної безпеки та Правил користування комп'ютерним класом, інструктаж з яких проводиться на початку семестру відповідальним працівником комп'ютерного класу, в якому заплановано проведення занять.

При виконанні лабораторних робіт слід виконувати всі вимоги викладача та відповідального працівника комп'ютерного класу,

звертатися до них у разі виникнення будь-яких незрозуміlostей під час роботи.

Слід пам'ятати: у випадку, якщо користувач покидає своє робоче місце без виходу зі свого робочого режиму, або переказує свій пароль іншим особам, можливі наступні негативні наслідки:

- несанкціоновані вилучення або оновлення файлів користувача, зміна його пароля;

- використання доступних користувачеві ресурсів не за призначенням;

- виконання дій у мережі, що караються, під ім'ям користувача. Тому необхідно періодично міняти свій пароль і стежити за зберіганням його у секреті.

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Нормування операцій методом технічного розрахунку норм часу по нормативам проведемо на прикладі виробництва зварної двотаврової балки. Технологічний процес виробництва складається з операцій, приведених на рис. 5.1.

Увійти в систему та запустити програму *Microsoft Excel* з меню «Пуск/Програми».

У відкритому вікні «Таблиця Г», містяться листи Лист1, Лист2, Лист3. Для зручності користування змінимо їх назви. Для цього правою кнопкою натискаємо на назві листа, з контекстного меню вибираємо «Переименовать...». Замінімо їх відповідно на: «Норми часу, Необхідне обладнання, Робітники» (рис. 5.2).

На листі Норми часу в клітині *A1* записуємо: Розрахунок норм часу на виробництво двотаврової балки. Виділивши діапазон клітин *A1:C1* з'єднаємо їх за допомогою кнопки «Объединить и поместить в центр».

У відповідності з технологічним процесом (рис. 5.1) по кожній операції розпишемо на листі *Excel* затрати часу (рис. 5.2). Введемо операції з 1 по 5 так, як показано на рис. 5.2. Час на збирання балки складається з часу на збирання та часу на встановлення прихваток.

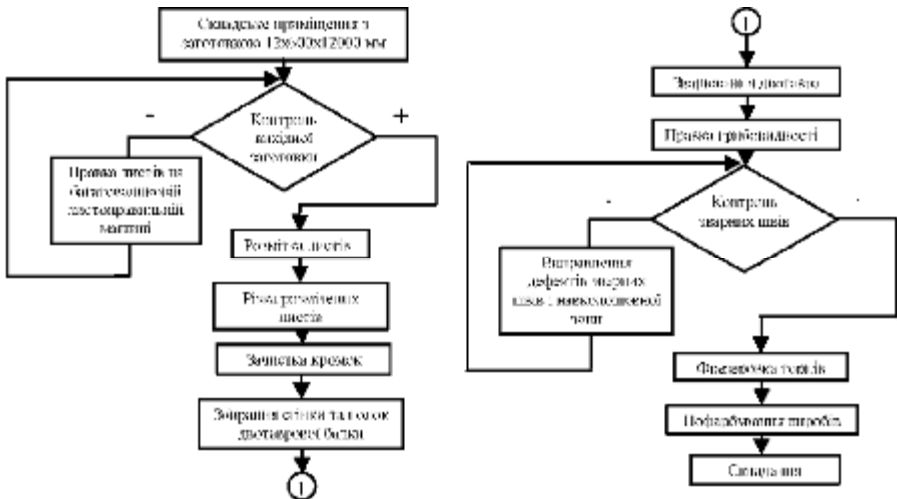


Рисунок 5.1 – Блок-схема технологічного процесу виробництва зварної двотаврової балки

При цьому час на збирання буде складатися з: часу на прийом 3-х листових елементів в горизонтальному положенні, поворот на 90° і подача в збиральний стан, часу на встановлення листових елементів на магнітний стіл та часу на підйом полки над роликами та затискання їх для проведення прихватування. Тобто в клітинці C9 вводимо формулу:

Час на встановлення прихватувань складається з: часу на операцію: взяти та відкласти пальник, часу на встановлення одного прихватування та часу на переміщення зварювальника від одного прихватування до міста постановки іншої. В клітинці C13 записуємо формулу:

де C17 – клітина, що відповідає кількості прихватувань.

Час на операції зварювання складається з часу на проведення зварювання, що визначається за формулою , та додаткового часу, який обчислюється:

	A	B	C
1	Розрахунок норм часу на виробництво двотаврової балки		
2			
3	1.	Контроль якості вхідної заготовки	14,49
4	2.	Правка заготовки на багатовапковій листопрямувальній машині	4,05
5	3.	Розмітка заготовки	5,18
6	4.	Різання заготовки на ножицях	2,74
7	5.	Зачистка продольних кромок	0,82
8	6.	Зборка стінок і полки та прихватка	7,10
9		- час на зборку	2,10
10		- час на прийом 3-х листових елементів в горизонтальному положенні, оберт на 90° і подача в збиральний стан	1,25
11		- час на встановлення листових елементів на магнітний стіл	0,50
12		- час на підйом полки над роликами та затискання їх для проведення прихватки	0,35
13		- час на встановлення прихваток	5,00
14		- час на операцію: взяти та відкласти горілку	0,15
15		- час на встановлення однієї прихватки	0,30
16		- час на переміщення зварювальника від однієї прихватки до міста постановки іншої	0,20
17		- кількість прихваток	8,00
18	7.	Операції зварювання	18,64
19		- час на проведення зварювання	8
20		- довжина шва, м	4,00
21		- швидкість зварювання, м/хв	0,50
22		- додатковий час	10,64
23		- час на встановлення заготовки на цепний кантувач	1,5
24		- час на операцію: взяти та відкласти горілку	0,15
25		- час на включення та відключення зварювальної апаратури	0,2
26		- час на поворот заготовки в цепному кантувачі	1,5
27		- час на зачистку зварного шва	0,36
28		- час на прийом взяти та відкласти зачистну машину	0,15
29		- час на зняття двотаврової балки з цепного кантувача	1,2
30	8.	Проведення правки гнотовидності	8,97
31	9.	Контроль зварних швів	5,12
32	10.	Фрезерування торців	42,95
« » «\ Норми часу / Необхідне обладнання / Робітники «			

Рисунок 5.2 – Загальний вид листа «Норми часу»

де 4 – кількість швів у двотаврі;

3 – кількість переворотів балки цепним кантувачем.

Пункти 8–10 заповнюємо у відповідності з рис. 5.2.

Розрахунок потрібної кількості обладнання проведемо на листі «Необхідне обладнання». Оформлення таблиці проводимо у відповідності з рис. 5.3.

	A	B	C	D
1		Розрахунок потрібної кількості обладнання		
2		Робочий такт	23,53	
3	№	Назва операції	Кільк. виробн. один. обладн.	Кількість обладнання
4	1.	Контрпль якості вхідної заготовки	0,62	1
5	2.	Правка заготовки на багатовапковій листопрівильній машині	0,17	1
6	3.	Розмітка заготовки	0,22	1
7	4.	Різання заготовки на ножицях	0,12	1
8	5.	Зачистка продольних кромek	0,03	1
9	6.	Зборка стінок і полки та прихватка	0,30	1
10	7.	Операції зварювання	0,79	1
11	8.	Проведення правки грибовидності	0,38	1
12	9.	Контроль зварних швів	0,22	1
13	10.	Фрезерування торців	1,83	2
14				
15				
16				
17				

Рисунок 5.3 – Лист «Необхідне обладнання»

Визначимо робочий такт поточної лінії за формулою (2.1). Для цього в клітинці C3 записуємо формулу:

Діапазон клітин A4:B13 заповнюємо у відповідності з технологічним процесом. Для визначення кількості обладнання користуємося формулою (2.2). В клітині C4 записуємо формулу: – Норми часу!C3/\$C\$2. Символ \$ говорить про те, що клітина C2 для

подальшого автозаповнення залишається незмінною. Діапазон клітин *C4:C9* заповнюємо автоматично. Для цього встановлюємо активною клітину *C4*, розміщуємо курсор у правому куті цієї клітини, доки він не перетвориться у «хрестик», а потім перетягуємо до клітини *C9*.

В клітині *C10* записуємо формулу:

=Нормичасу!C18/C2,

а в *C11*:

=Нормичасу!C30/\$C\$2.

За допомогою авто заповнення заповнюємо діапазон клітин *C11:C13*. Отримані числа свідчать на скільки використовується обладнання на виробництво кожної операції. Для знаходження потрібної кількості обладнання використаємо математичну функцію *Excel*: ОКРУГЛВВЕРХ(число; число_розрядів) – округлює число до більшого за модулем.

В клітинці *D4* записуємо формулу:

=ОКРУГЛВВЕРХ(C4;0).

За допомогою автозаповнення заповнюємо діапазон клітин *D4:D13*.

Переходимо на лист *Робітники*, проводимо розрахунок кількості робочих місць. Оформлюємо таблицю у відповідності з рис. 5.4.

В загальному випадку кількість робочих місць визначається у відповідності з кількістю одиниць обладнання. Тобто в клітинці *C4* листа *Робітники* можна записати формулу

=Необхідне обладнання'D4.

За допомогою автозаповнення заповнити весь діапазон клітин *C4:C13*. Але ж іноді, наприклад, для проведення зачистки поверхонь, потребується підручний робітник. Тобто після проведення розрахунку необхідно проаналізувати отримані результати та встановити чи необхідні допоміжні робітники.

	A	B	C
1		Розрахунок потрібної кількості робочих місць	
2			
3	№	Назва операції	Кільк. робочих місць
4	1.	Контроль якості вхідної заготовки	1
5	2.	Правка заготовки на багатовалковій листопрівальній машині	1
6	3.	Розмітка заготовки	1
7	4.	Різання заготовки на ножицях	1
8	5.	Зачистка продольних кромek	1
9	6.	Зборка стінок і полки та прихватка	1
10	7.	Операції зварювання	1
11	8.	Проведення правки грибовидності	1
12	9.	Контроль зварних швів	1
13	10.	Фрезерування торців	2
14			
15			
16			
17			
18			
Необхідне обладнання Робітники Готово NUM			

Рисунок 5.4 – Лист «Робітники»

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема та мета роботи.
2. Загальні відомості про нормування часу, визначення потрібної кількості обладнання та робітників для виробництва зварної деталі.
3. Технологічний процес виробництва двотаврової балки.
4. Загальні норми часу, кількість обладнання та кількість робітників у вигляді звітної таблиці.
5. Висновки по роботі.

7 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гитлевич А.Д., Животинская Л.А., Жманин О.С. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах. - М.: Машгиз, 1962. - 172 с.
2. Сварка в машиностроении. Справочник Т.3. под редакцией / Винокурова В.А. - М.: Машиностроение, 1979. - 568 с.
3. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. – М.: Машиностроение, 1980. – 310 с.