

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ДИСЦИПЛІНИ

”Проектування діляниць та цехів КШВ”

Лектор
д.т.н., професор
Марков О.Є.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ:

Практичні заняття проводяться з метою освоєння методики розрахунку експлуатаційних характеристик машин, оцінки надійності і точності роботи обладнання та особливостей експлуатації і ремонту технологічних машин за наступним планом:

Тема	Найменування теми занять
1.2.	Розробка технологічного процесу кування на гідропресах
1.2.	Методика визначення складу обладнання ковальського цеху.
1.2.	Методика визначення кількості працюючих у КПЦ.
1.3.	Визначення потрібної кількості обладнання
1.3.	Розрахунок енергетичних витрат.
1.3.	Визначення кількості печей та складання плану ковальсько-пресувального цеху.
2.2.	Проектування роботизованих технологічних комплексів штампування.
2.3.	Проектування гнучких технологічних комплексів штампування.

В результаті проведення практичних занять студенти повинні знати:

- основні напрямки розвитку ковальсько-пресового машинобудування і проектування цехів, комплексів, ділянок і гнучких виробничих систем КВП;
- основні характеристики і значення параметрів промислових роботів, механізації і комплексній автоматизації в удосконаленні технологічних процесів ОМТ із метою підвищення їхньої продуктивності;
- конструкції універсальних і спеціальних КПМ, роботів, маніпуляторів і допоміжних приладів;
- сучасні методи розрахунку і проектування КПЦ, комплексів, ділянок і гнучких виробничих систем КПВ на базі РТК, РТЧ, ДО й АРМ-Т;
- правила безпеки праці й експлуатації промислових роботів, КПМ і гнучких виробничих систем.

Послідовність проведення практичних занять

1 Выбор и обоснование места строительства цехов кузнечно-прессового производства

2 Специализация и внутризаводская кооперация КППЦ

2.1 Специализация цеха

2.2 Организация грузопотоков в цехе

2.3 Кооперация производства

3 Производственная программа КППЦ

4 Определение класса КППЦ и режима его работы

5 Анализ производственной программы КППЦ и типового технологического процесса изготовления поковок

5.1 В зависимости от годовой программы выпуска Π определяем усилие гидравлического пресса, необходимого для ее выполнения

5.2 Определяем общую производственную программу КППЦ

$$\Pi_{\text{общ}} = \sum \Pi_i$$

5.3 Для каждого пресса определяем среднюю и максимальную массы обработанных на них слитков

5.4 Определяем для каждого пресса масштабный фактор.

$$\varphi = 0.7 - 0.02M_{\text{ср}}$$

где $M_{\text{ср}} = M - 25\%$

5.5 Определяем температуру начала и концаковки и среднюю температуру между поверхностью и центром заготовки. По средней температуре определяем предел текучести σ_s .

5.6 По усилию пресса определяем максимальную площадь осаживаемой заготовки

$$P = \varphi \sigma_s (1 + 0.17e) F,$$

где φ - масштабный фактор;

σ_s - предел текучести стали осаживаемой заготовки при температуре 1100°C ;

F - площадь осаживаемой заготовки в плане,

e - соотношение размеров осаживаемой заготовки, $e = 4.2$.

Находим площадь осаживаемой заготовки в плане для двух прессов:

$$F_1 = \frac{P}{\varphi \sigma_s (1 + 0.17e)}$$

Размеры осаживаемых заготовок:

$$D_1 = \sqrt{\frac{F}{0.785}} \quad \text{Принимаем } D_1 = 1 \text{ м} \quad H_1 = \frac{D_1}{e}$$

5.7 Определяем количество заготовок полученных из одного слитка средней массы.

$$V_1 = S \cdot H = \pi \frac{D_1^2}{4} H_1$$

$$M_{з1} = V_1 \cdot 7850 \text{ кг}$$

$$n_1 = \frac{M_{ср}}{M_з} \text{ шт}$$

5.8 Даем характеристику материала поковки

Заменитель

Вид поставки

Назначение

Химический состав

Механические свойства

Технологические свойства

Физические свойства

6 Определение числа и загрузки производственного оборудования

В КППЦ установлено следующее производственное оборудование:

- ✓ кузнечно – прессовое
- ✓ нагревательные устройства
- ✓ оборудование для термообработки поковок

6.1 Кузнечно-прессовое оборудование.

Число часов работы кузнечно - прессового оборудования необходимое для выполнения заданной программы, определяется из выражения $T = \frac{\Pi}{H_e}$,

где Π – масса кованных заготовок, заданная программой;

H_v - норма выработки прессы

$$H_v = H \cdot k \cdot k_1 \cdot k_2,$$

где H - среднечасовая производительность прессы, $H_1=1400$ кг/ч $H_2=6300$ кг/ч,

k - коэффициент учитывающий степень сложности поковки, $k=1$,

k_1 - коэффициент учитывающий величину одновременно изготавливаемых партий поковок, $k_1=1,3$

k_2 - коэффициент учитывающий влияние пластических свойств металла на производительность прессы, $k_2=1$.

$$n_1 = \frac{\Pi_B}{M_{ср}} n$$

Расчетное число единиц оборудования N_p , которое должно быть установлено на КППЦ

$$N_p = \frac{\Pi_i}{H_e \Phi_\delta},$$

где Φ_δ – действительный годовой фонд времени работы оборудования.

Степень загрузки прессы определяется коэффициентом загрузки оборудования $K_з$. Он представляет собой выраженное в процентах соотношение

$$K_з = \frac{H_p}{H_n} 100\%.$$

6.2 Определение числа нагревательных устройств.

Общая площадь пода нагревательных печей

$$F_n = \frac{(4,5...5)H}{f_n}$$

f_n - масса нагретого металла снимаемого с 1 м² пода печи в час

Площадь пода печей для нагрева слитков:

Выбираем печи.

6.3 Оборудование для термообработки поковок.

Суммарная площадь пода печей для термообработки определяется по формуле

$$F_m = \frac{M_m}{fT_m},$$

где M_m – масса поковок, подвергающихся термообработке, кг;

f – удельная производительность печей для термообработки, 35...40кг/ м² ч

T_m – действительный годовой фонд времени печей термообработки, 7800ч.

Определяем размеры печей и определяем их количество.

7 Определение состава и численности работающих

Таблица 7.1 – Состав бригад на ковочных гидравлических прессах

Профессии	Численность работающих
Прессовщик	
Помощник прессовщика	
Подручный прессовщика	
Машинист пресса	
Машинист ковочного манипулятора	
Машинист инструментального манипулятора	
Крановщик ковочного крана	
Общий состав бригады	

Число производственных рабочих, чел., определяется по формуле

$$A = \frac{\Phi_{\partial} K_3 B N_n}{100 \Phi_p},$$

где Φ_{∂} – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

K_3 - коэффициент загрузки данного оборудования;

B – число человек в бригаде пресса, определяемое по таблице 6.1;

N_n – фактически установленное число единиц прессового оборудования;

Φ_p – действительный годовой фонд времени производственных рабочих, определяется по номинальному фонду времени оборудования Φ_n , числу смен i , потерям от номинального фонда времени Π' :

$$\Phi_p = (\Phi_n / i) \Pi'$$

Число вспомогательных рабочих для кузнечного цеха третьего класса равно:

ИТР

СКП

МОП

Результаты расчетов сведем в таблицу 7.2

Таблица 7.2 – Ведомость работающих в кузнечном цехе

Группы работающих	Численность работающих
Производственные	
Вспомогательные	
ИТР	
СКП	
МОП	
Итого	

Таблица 7.3 – Ведомость вспомогательных рабочих КПП

Профессии	Число рабочих
Крановщик транспортных кранов	5
Стропальщики, транспортные и складские рабочие	2
Водители электрокар, электро- и автопогрузчиков	4
Слесари по обслуживанию и текущему ремонту оборудования	4
Станочники цеховой ремонтной базы	2
Электромонтеры	2
Слесари-теплоэнергетики	2
Слесари по водопроводу и канализации	1
Электро- и газосварщики	2
Пирометристы и прибористы печного хозяйства	2
Печники	1
Машинист насосно-аккумуляторной станции	2
Кладовщики и раздатчики инструмента и материалов	2
Итого	31

8 Средства механизации цеха

При свободной ковке подлежат механизации и автоматизации следующие технологические и транспортные операции: посадка заготовки в нагревательную печь, вынос заготовки из нагревательной печи к ковочному молоту или прессу, ковка заготовки, удаление поковки от ковочного агрегата и посадка ее в термическую печь, удаление от ковочного агрегата отходов металла, межоперационный и окончательный контроль поковок.

Таблица 8.1 – Грузоподъемность основных средств механизации у ковочных прессов, т

Средства механизации	Усилие прессы, МН	
	8	100

Мостовой ковшный кран	20/5	250/75
Подвесной кантователь	10	200
Мостовой вспомогательный кран	10	150/30
Мостовой кран общецехового назначения	10	150/30
Ковшочный манипулятор	5	80
Посадочная машина	5	-
Манипулятор для подачи инструмента	0,25	20
Поворотный стол	2	-

9 Определение площади цеха и его размера

Кузнечно-прессовые цехи состоят из следующих трех частей.

Производственные отделения и участки, предназначенные для изготовления на установленном производственном оборудовании соответствующей продукции. К производственной площади относится также площадь, занятая рабочими местами, местными проходами и проездами, местами, расположенными у оборудования для складирования заготовок, полуфабрикатов, для хранения инструментов и штампов.

Вспомогательные отделения, участки и помещения служат:

- а) для ремонта оборудования, инструмента, приспособлений, штампов и пр.;
- б) для обслуживания производства (приготовление охлаждающих и смазывающих жидкостей, утилизация отходов), для дежурного персонала, для цеховых лабораторий и отделов технического контроля, для энергетических и санитарно-технических установок и пр.;
- в) для хранения и выдачи основных и вспомогательных материалов, заготовок, полуфабрикатов, запасных частей к оборудованию и пр.

В служебно-бытовых помещениях располагаются административные и конторские службы, партийные и профсоюзные организации, бытовые службы и пункты питания.

При укрупненном проектировании общая площадь цеха определяется по формуле

$$F = \frac{\Pi}{ai},$$

где Π – годовая программа цеха;

a – годовой выпуск поковок, т, отнесенный к 1 м^2 общей площади цеха при его работе в одну смену. Для цеховковки, работающих в три смены, значение a может быть приближенно принято равным 3 т.

Таблица 9.1 - Примерное соотношение площадей в кузнечных цехах с учетом заготовительного и термического отделений

Назначение площадей	Площадь, м^2
Производственная площадь	
Вспомогательная площадь	

В том числе:	
склады кладовые	
Конторы мастеров, механиков и др.	
Ремонтные мастерские	
Насосно-аккумуляторная станция	
Вентиляционные установки	

10 Определение компоновки КПП и размеров здания

Размер	Значение, м ²
Ширина пролёта в осях колонн	
Шаг колонн по внутренним осям	
Высота до головки подкранового пресса	
Высота до низа несущих конструкций	

Основные габариты цеха: высоту от пола до головки рельса подкранового пути H_1 и ширину пролетов цеха - определять по справочнику.

Предполагаем, что кузнечный цех состоит из двух пролетов. Общая ширина цеха равна $3A=2 \cdot 36=72$ м, общая длина цеха $L = \frac{F}{3A} = \frac{6500}{72} = 90.3$ м.

11 Расчет вспомогательных площадей.

11.1 Определим площадь участка металлообрабатывающих станков.

На участке имеется следующее оборудование:

- токарно-винторезный станок 1 шт.;
- вертикально-фрезерный станок 1 шт.;
- поперечно-фрезерный станок 1 шт.;
- вертикально-сверлильный станок 1 шт.;
- заточный станок 1 шт.;
- настольно-сверлильный станок 1 шт.;
- наждачное точило 1 шт.;
- пила дисковая 1 шт.;
- пила для резки проб 2 шт.;
- пресс Бринелля 2 шт..

Всего 12 единиц оборудования.

Тогда $F_{м.ст} = 10n = 10 \cdot 12 = 120$ м²,

где n - количество единиц оборудования.

11.2 Определим площадь слесарной мастерской по ремонту ковочного оборудования.

$$F_{м.ков} = 1n \text{ м}^2,$$

где n - количество слесарей по ремонту ковочного оборудования.

11.3 Определим площадь слесарной мастерской по ремонту кранов, печного и газового хозяйства, электрооборудования.

$$F_{маст} = 1n' \text{ м}^2,$$

где n' - слесари по ремонту кранов, печного и газового хозяйства, электрооборудования.

11.4 Определим площадь готовой продукции на складе:

$$M_{г.пр} = \frac{П_1}{365} 5$$

$$F_{скл.г.пр} = \frac{M_{г.пр}}{2}$$

11.5 Определим площадь склада отходов:

$$M_{отх} = n \cdot \sum M - П$$

$$F_{отх} = \frac{M_{отх} / год}{2 \cdot 365} 5$$

11.6 Определим количество вспомогательных теплоизолирующих и огнеупорных материалов:

Материал	Доля на 1т поковок, кг	Масса, кг
Электроды сварочные	0,27	
Нефтепродукты светлые	0,9	
Асбест	0,1	
Наждачные круги и бумага	0,17	
Смазочные материалы	3,9	
Лакокрасочные материалы	0,15	
Графитовый порошок	0,08	
Тальк	0,08	
Кислород, $м^3$	8,20	
Ацетилен, $м^3$	1,03	
Огнеупоры и теплоизоляционные материалы для ремонта нагревательных и пламенных печей	10	

11.7 Определим площадь склада под огнеупорный кирпич для ремонта печей:

$$M_{отс} = \frac{M_{огн}}{365} 15,$$

$$F_{огн} = \frac{M_{огн}}{1,3}$$

11.8 Определим площадь под НАС:

$$F_{нас} = 0,02 F_{общ} м^2.$$

12 Расчет энергетических потребностей цеха.

12.1 Расчет расхода сжатого воздуха.

Расход сжатого воздуха в год можно определить по суммарному секунднему расходу воздуха $\Sigma V_6=3,332 \text{ м}^3/\text{с}$.

Расход воздуха в год $V_6=3,332 \cdot 357 \cdot 24 \cdot 3600=101787840 \text{ м}^3$.

12.2 Расчет расхода воды.

Техническая вода	Норма	Количество
техническая	40 м ³ /1 т	м ³
питьевая	35л/1 рабочий	л/год
бытовые нужды		
умыва-	5л/1рабочий	л
ние.....	60л/сутки	л
душ.....		

12.3 Расчет расхода электроэнергии.

Расход электроэнергии для освещения определяется по формуле

$$P_1=15Fa,$$

где F – площадь цеха м²;

a' - количество часов включения. На широте 45° она составляет 2100 часов в год.

Расход силовой электроэнергии P₂ производится по укрупненным показателям. По данным НКМЗ на 1 т поковок расходуется 70 кВт энергии
Общий расход электроэнергии

$$P=P_1+P_2 \text{ кВт.}$$

12.4 Расчет расходов природного газа.

Для печей в качестве топлива применяется природный газ. Годовой расход топлива определяется по удельному расходу топлива на 1 тонну поковок, который с учетом термообработки составляет 80% от веса поковок:

$$Q_{\text{усл}} = \frac{n \cdot 80}{100}$$

Годовой расход природного газа, определяется по формуле

$$Q_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{усл}} g}{Q_{\text{пр.газа}}},$$

где g – калорийность условного топлива, равная 7000 ккал/м³;

Q_{пр.газа} – калорийность природного газа, равная 8500 ккал/м³.

Расход топлива на ковку

$$Q_{\text{ковка}}=0,7Q_{\text{год}} \text{ м}^3.$$

Расход топлива на термообработку

$$Q_{\text{терм}}=0,3Q_{\text{год}} \text{ м}^3.$$

Расход газа на 1 тонну поковок при нагреве

$$g_{\text{ковка}} = \frac{Q_{\text{ковка}}}{\Pi}.$$

Расход газа на 1 тонну поковок при термообработке

$$g_{m/o} = \frac{Q_{терм}}{\Pi}$$

13 Определение объема дымовых газов V_T и теоретического расхода воздуха L_T осуществляется по формулам

$$L_m = 1,09 \frac{Q_{пр.газа}}{1000} + 0,25 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

$$V_m = \frac{1,14}{1000} Q_{пр.газа} + 0,25 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Для термообработки и нормализации:

Далее определим размеры дымовых каналов к нагревательной печи

Расчет ведется в следующей последовательности:

1. Расчет расхода газа за 1 ч: $Q = fFg'_k$,

где g'_k – расход природного газа на нагрев 1 кг металла под ковку.

2. Количество продуктов горения, выделяющихся в 1 с:

$$V_{o1} = \frac{QV_m}{3600} \text{ м}^3/\text{с}.$$

3. Часовой расход воздуха с учетом подсоса воздуха (10%):

$$Q_g = QL_m 0,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Расход воздуха в секунду:

$$V_g = \frac{Q_g}{3600} \text{ м}^3/\text{с}.$$

5. Через дымовой канал печи за 1с проходит

$$V_o = V_{o1} + V_g \text{ м}^3/\text{с}.$$

6. Площадь сечения дымового канала

$$F_k = \frac{V_o}{W} \text{ м}^2,$$

где W - скорость газов в канале, равная 2 м/с.

$$\text{Ширина канала } B_k = \sqrt{\frac{F_k}{1,2}} \text{ м}.$$

$$\text{Высота канала } H_k = 1,2B_k \text{ м}.$$

Расчётные данные сведём в таблицу:

Таблица 13.1 – Образование продуктов горения V_o и расход воздуха V_g за 1 с в печах нагрева и термообработки

14 Расчёт диаметра дымовых труб:

Расчет диаметра дымовых труб в ее устье производится по суммарному секундному объему газов ΣV_o , проходящих через трубу, ΣV_o определяется по таблице 9.1. Скорость газов V при этом принимается равной 2 м/с.

Для термообработки и нормализации:

$$D_y = \sqrt{\frac{4 \sum V_o}{\pi V}}.$$

Площадь сечения трубы $F_{mp} = \frac{\pi D_y^2}{4}, \text{ м}^2.$

Высота трубы $n_1 = 15 \sqrt{\frac{4 F_{mp}}{3,14}}, \text{ м}.$

Нижний диаметр трубы определяется исходя из конусности трубы, равной 0,02:

$$D_{oc} = D_y + H_1 \frac{0,02}{2}, \text{ м}$$

15 Определение диаметров газопроводов и воздухопроводов к печам

Диаметр газопровода рассчитывается по максимальному секунднему расходу газа $Q_{сек}$ и по допускаемой скорости движения газа в газопроводе V_r .

$$Q_{сек} = \frac{Q_{год}}{357 \cdot 24 \cdot 3600} =, \text{ м}^3 / \text{ с}.$$

Скорость движения газа V_r равна 10 м/с.

$$Q_{сек} = \frac{\pi D_z^2}{4} V_z ;$$

$$D_z = \sqrt{\frac{4 Q_{сек}}{\pi V_z}}, \text{ м}.$$

Диаметр воздухопровода $D_в$ рассчитывается по формуле $D_в = 1,13 \sqrt{\frac{\sum V_в}{V_в}},$

где $\sum V_в$ - суммарный секундный расход воздуха печами нагрева и термообработки,

$V_в$ - скорость воздуха в воздухопроводе, равная 10-12 м/с.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Основна література

1. Шехтер В.Я. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов: Учеб. для студентов машиностроительных специальностей вузов.- М.: Высш. шк., 1991.-367 с.
2. Норичин И. А., Шехтер В.Я. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов: учебное пособие для вузов – М.: Высшая школа, 1977 –423с.
3. Гельберг Б. Г., Пекелін Г. Д. Ремонт промислового устаткування. Підручник . - К.: Техніка, 1992-349 с.
4. Борсов Ю. С. Организация ремонта и обслуживания оборудования. - М.: Маш., 1978. -360 с.
5. Эксплуатация и обслуживание оборудования и технологической оснастки для листовой штамповки. Справочник. Под ред. Л. И. Рудмана – М.: Маш., 1984.-304 с.
6. Теория и технологияковки / Соколов А.Н., Губятников Н.К., Шелаев И.П. / - К.: Вища школа, 1989 – 317с.

Додаткова література

1. Анисимов М. И., Кудинов О. В., Украинцев Б. П. Ремонт и монтаж кузнечно-прессового оборудования. Справочное пособие. -М.: машиностроение, 1973.-624 с.
2. Хржановский С.Н. Проектирование кузнечных цехов и заводов. - М.: Машиностроение, 1972.-128 с.