

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра технології машинобудування



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять і самостійної роботи
з навчальної дисципліни

« ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МАШИН»

для студентів всіх форм навчання

за спеціальністю
131 - "Прикладна механіка"

Кропивницький - 2017

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчальних планів підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальністю ”Прикладна механіка”.

Укладачі: к.т.н., доц. Артюхов А.М.

Рецензент: к.т.н.,ст. викл. Щербина К.К.

Відповідальний
за випуск: к.т.н., доц. Артюхов А.М.

ВСТУП

Виробництво деталей для машин і механізмів сьогодні неможливе без виготовлення відливок, поковок, штампованих, пресованих, зварюваних, склепуваних, склеюваних, пластмасових, гумових, порошкових заготовок, значного розмаїття сортового та спеціального прокату, композитних матеріалів. Сучасні способи формоутворення дають змогу отримувати заготовки великих і малих розмірів з високою точністю та якістю поверхонь, які потребують незначної обробки різанням.

На стадії проектування заготовки закладаються основні техніко-експлуатаційні параметри майбутнього виробу. Використання прогресивних способів формування заготовок дає змогу забезпечити задану якість виробів за умови мінімальної трудомісткості та вартості їх виготовлення. Особливо важливо правильно спроектувати заготовку і призначити найбільш оптимальні умови на її виготовлення в промисловому виробництві, коли обробка проводиться на попередньо налагоджених верстатах, автоматах і автоматичних лініях.

Основною тенденцією розвитку машинобудівного виробництва на сучасному етапі є наближення заготовок за їх формою та розмірами до готових виробів. Спеціалізація виробництва, що концентрує в одному чи декількох місцях виготовлення конструктивно та технологічно однорідної продукції або виконання технологічних операцій (робіт, послуг), дає змогу застосовувати сучасну високоефективну техніку та технологію, високоякісні конструкційні матеріали, впроваджувати раціональні форми праці та досягати за рахунок цього належної конкурентоспроможності готових виробів.

Основна мета методичних вказівок полягає в підготовці фахівців до реалізації розроблених виробничих процесів при впровадженні нових способів, обладнання, технічному переозброєнні та проектуванні технологічних заготовок.

Дані методичні вказівки призначені для практичних занять студентів всіх форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» і «магістр» з професійною орієнтацією на спеціальність "Прикладна механіка", а також може бути використаний при курсовому і дипломному проектуванні.

1. Проектування заготовок отримуваних литтям

Мета: Набуття практичних навиків розробки конструкцій литих заготовок.

Короткі теоретичні відомості

Правильно призначити спосіб отримання заготовки це означає визначити її раціональний вигляд, вибрати обладнання яке відповідає конфігурації заготовки, товщину стінок, розміри отворів, напуски, ухили, припуски на обробку поверхонь, визначити розміри заготовки, встановити допуски на неточність її виготовлення, призначити технологічні умови на виконання заготовки.

До технологічних процесів (ТП) виготовлення відливків у одноразових піщано-глиняних формах належать:

- операції складання ливарних форм, відокремлення відливків від формувальних і шихтових сумішей, ливників і прибутків.

ТП виготовлення відливків за допомогою виплавляємих та випалюваних моделей:

- виготовлення модельного комплекту, його складання у блоки, нанесення вогнетривкого покриття на модельний комплект, підсушування форми, виплавляння чи випалювання модельного матеріалу з оболонки, її гартування чи відпалювання, складання форми та відокремлення відливків від блоку.

ТП виготовлення відливків у оболонкових формах:

- нагрівання підмодельних плит з моделями до температури 200...300°C, приготування смоляної та вогнетривкої сумішей, формування оболонки, тверднення її при температурі 280...350°C, зняття оболонки з моделі та її охолодження, складання оболонкової форми та форми для лиття (з вогнетривкою зміцнювальною сумішшю).

ТП виготовлення відливків у багаторазових формах (кокіль, під тиском, штампування рідкого металу):

- підготовка форми для заливання (очищення та змащення робочих поверхонь форми, її підігрівання чи охолодження).

Технологічність відливків забезпечується спрощенням форми, забезпеченням рівностінності, плавності переходів поверхонь, зменшенням габаритів, відсутності чи мінімальної кількості внутрішніх порожнин.

Товщину стінок і ливарні нахили встановлюють з урахуванням мінімальних значень для заданого матеріалу, способу виготовлення заготовки, її форми та розмірів. Конструкція відливка повинна забезпечувати виготовлення ливарної форми з мінімальною кількістю площин рознімання, стержнів, вставок. Ливарні нахили призначають на поверхні, що перпендикулярні до площин рознімання ливарних, модельних чи стержневих форм з метою полегшення виймання моделі чи стержня з форми в процесі їх виготовлення. Значення нахилів залежить від розмірів поверхонь, способу виготовлення відливка, матеріалу модельного комплекту та формувальної суміші, використовуваного устаткування, спорядження (для малогабаритних заготовок знаходяться в межах 3...9°). Нахили встановлюють так, щоб забезпечити мінімальні припуски на оброблення різанням для всієї поверхні, а для необроблюваних - щоб отримати належні товщини стінок із забезпеченням функціонального призначення (міцності, герметичності, естетичної форми). Спряження поверхонь відливків рекомендується виконувати із заокругленнями (радіуси заокруглення - 3...15 мм).

На якість відливків впливають такі фактори: температура рідкого сплаву, час заповнення порожнини форми рідким металом, ступінь заповнення ливникової системи, висота струменя, якість ливарної форми.

Основні дефекти: шпаристість, раковини, значна глибина знеуглецьованого шару, газові та повітряні порожнини, піщані та шлакові домішки, пригорання, гарячі та холодні тріщини, жолоблення, не спаювання.

Для усування деяких дефектів виконують такі операції: заварювання, залютовування, замазування, просочування. Та найвищу якість відливок, як і заготовок взагалі, можна забезпечити не виправлянням дефектів, а шляхом усунення їх причин.

Креслення відливок виконують за вимогами стандартів ЄСКД на основі креслення деталі чи виробу та технічних вимог до заготовки. Креслення відливка має містити всі необхідні дані для його виготовлення та контролю якості. Контури поверхонь, що підлягають обробленню різанням, наводять суцільними тонкими лініями без нанесення їх розмірів. На кресленні наводять умовні позначення поверхонь рознімання форми та моделі, розташування відливка у формі. Розміри заготовки проставляють з таким розрахунком, щоб розмірні ланцюги були коротшими, а замикальними ланками були розміри, до точності яких не ставлять високі вимоги. На спряженнях поверхонь проставляються радіуси заокруглень або їх значення вказують у технічних вимогах креслення, дана рекомендація стосується і ливарних нахилів.

Масу деталі (заготовки) можна визначити за наступною формулою

$$M = V \cdot \gamma, r \quad (1.1)$$

де V — об'єм деталі (заготовки), см^3 ;

γ — питома маса матеріалу, г/см^3 .

Під час визначення об'єму деталей (заготовка) умовно розбивається на фігури простої геометричної форми (циліндр, куб, сфера) для зручності розрахунку їх об'єму. Загальний об'єм рівний сумі об'ємів окремих фігур. Питомі маси матеріалів є наступними: сталь - $7,65 \dots 7,85 \text{ г/см}^3$; чавун - $6,5 \dots 7,7 \text{ г/см}^3$; алюміній - $2,5 \dots 2,94 \text{ г/см}^3$; латунь - $8,3 \dots 8,73 \text{ г/см}^3$.

Коефіцієнт використання матеріалу рівний відношення маси деталі до маси заготовки

$$k_M = \frac{m_A}{m_C}. \quad (1.2)$$

де V — об'єм деталі (заготовки), см^3 ;

γ — питома маса матеріалу, г/см^3 .

Завдання до виконання

Згідно отриманого креслення деталі (дані заносити в таблицю 1):

1. Визначити масу деталі;
2. Призначити спосіб отримання заготовки (додаток А1);
3. Накреслити ескіз заготовки і провести нумерацію її поверхонь;
4. Призначити класи точності розмірів і мас відливки та ряд припусків на поверхні (додаток А1);
5. Призначити допуски розмірів відливки для поверхонь (додаток А3);
6. Призначити припуски на розміри відливки для поверхонь (додаток А2);
7. Визначити розміри відливки та їх граничні відхилення (додатки А2; А3);
8. Призначити ступінь жолоблення відливки (додаток А4);
9. Визначити масу заготовки;
10. Визначити коефіцієнт використання матеріалу;
11. Позначити точність відливки (додаток А4);
12. Виконати креслення заготовки.

Таблиця 1

Характеристика литої заготовки

Назва деталі, номер	Маса деталі, кг	Маса заготовки, кг	Коефіцієнт використання матеріалу	Спосіб отримання заготовки	Клас точності розмірів і мас	Ряд припусків	Ступінь жолоблення
Поверхня		Допуски розміру, мм		Припуск, мм		Кінцевий розмір, мм	
1							
2							
...							
п							
Точність заготовки							

2. Проектування заготовок отримуваних штампуванням (куванням)

Мета: Набуття практичних навиків розробки конструкцій штампованих заготовок.

Короткі теоретичні відомості

Основні технологічні операції штампування поділяють на розділювальні, формозмінювальні та загальні. До розділювальних операцій штампування відносять: відрізування, розрізування, пробивання, зачищування. До формозмінювальних належать: осаджування, висаджування, протягування, вигинання, закручування, прошивання, роздавання, підказування, витискування, обтискування, карбування та калібрування. Загальні операції - це нагрівання, обдування, змащування та охолоджування.

Перевагами штампування є більша точність форми, розмірів і якість поверхонь поковок, можливість виготовлення складних за формою заготовок, вищий коефіцієнт використання матеріалу та продуктивність праці, нижчі вимоги до кваліфікації робітників, краща придатність до механізації та автоматизації виробничих процесів.

Недоліками об'ємного штампування є складність і висока вартість технологічного спорядження, потреба в устаткуванні великої потужності, обмеження маси та габаритів виготовлюваних поковок, наявність облою, задирок.

Залежно від складності форми та розмірів поковок застосовують однорівчачове, багаторівчачове, розділене та комбіноване штампування. Розділене штампування виконують у різних штампах на однотипних машинах, а комбіноване - на різнотипних машинах.

За типом використаного устаткування розрізняють штампування на молотах, кривошипно-гарячештампувальних пресах (КГШП), горизонтально-кувальних машинах (ГКМ), ротаційно-кувальних машинах (РКМ), радіально-кувальних машинах (РДКМ), швидкісних молотах (ШМ), гідравлічних, фрикційних і гвинтових пресах, спеціальних машинах. За робочою температурою штампування поділяють на гаряче, напівгаряче та холодне.

Кування - це деформування заготовки між бойками молота або преса. Розрізняють кування машинне (молотом або пресом) та ручне. Основні операції: розділювальні, формозмінювальні та загальні. До розділювальних операцій належать відрубування, надрубання, ламання. Формозмінювальні операції - це осаджування, протягування, передавання, розганяння, прошивання, обтиснення, вигинання, закручування. Нагрівання, обдування, змащення та охолодження є загальними операціями.

Обладнання для машинного вільного кування: молоти штампувальні (пневматичні, пароповітряні, високошвидкісні, вибухові, гідравлічні); преси (гвинтові, гідравлічні, пневматичні, електромагнітні, кривошипні); машини (горизонтально-кувальні, вертикально-кувальні, радіально-кувальні, ротаційні, імпульсно-штампувальні).

Переваги: висока якість металу, універсальність устаткування та інструменту, можливість виготовлення заготовок значних розмірів і мас на малопотужному устаткуванні.

Недоліки: порівняно низька продуктивність праці, велика трудомісткість, невисока точність форми та розмірів заготовок, підвищені витрати металу на напуски, вигоряння, збільшені припуски на механічне оброблення, потреба у високій кваліфікації робітників, тяжкі умови праці, труднощі з механізацією та автоматизацією виробничих процесів.

Об'ємне штампування, калібрування та карбування — це одночасне деформування всієї заготовки в спеціальному інструменті - штампі. Основні технологічні операції штампування: розділюючі, формозмінні та загальні. До розділювальних операцій штампування відносять: відрізування, розрізування, пробивання, обрізування, зачищення. До формозмінювальних належать: осаджування, висаджування, протягування, вигинання, закручування, прошивання, роздавання, підкатування, витискування, обтискування, карбування та калібрування. Загальні операції: нагрівання, обдування, змащування та охолоджування. За робочою температурою штампування поділяють на гаряче, напівгаряче та холодне. За типом використаного устаткування розрізняють штампування на молотах, кривошипно-гарячощтампувальних пресах (КГШП), горизонтально-кувальних машинах (ГКМ), ротаційно-кувальних машинах (РКМ), радіально-кувальних машинах (РДКМ), швидкісних молотах (ШМ), гідравлічних, фрикційних і гвинтових пресах, спеціальних машинах.

Переваги: точність форми, розмірів і якість поверхонь заготовок, можливість виготовлення складних за формою заготовок, високий коефіцієнт використання матеріалу та продуктивність праці, придатність до механізації та автоматизації.

Недоліки: складність і висока вартість технологічного спорядження, потреба в устаткуванні великої потужності, обмеження маси та габаритів заготовок, наявність облою, задирок.

Штампування на молотах - це деформування нагрітої заготовки між бойками молота або преса. Для штампування використовують молоти: пневматичні, пароповітряні, фрикційні, гвинтові, гідравлічні.

Переваги: можливість регулювання енергії ударів, частоти, забезпечення заповнення порожнини ривчаків штампів, велика швидкість деформування.

Недоліки: малий коефіцієнт корисної дії, низька продуктивність праці, складність механізації та автоматизації, швидке зношування штампів, недопустимість використання складаних штампів, підвищені витрати металу порівняно з іншими способами штампування, невисока точність форми та розмірів поковок, громіздкі фундаменти для встановлення, наявність котельних чи компресорних станцій, сильний шум у процесі роботи.

Штампування на ГКМ. ГКМ виконують операції штампування: відкрите, закрите та штампування витискуванням, перетискання заготовок, сплющування, вигинання, відрізування.

Переваги: висока продуктивність, можливість виготовлення складних заготовок, висока придатність до механізації та автоматизації.

Недоліки: обмежена номенклатура форм заготовок (тіла обертання) та потреба у використанні як вихідних заготовок точного прокату, підвищені витрати матеріалу за рахунок хвостовиків для закріплення заготовок у матриці.

Штампування на ротаційно-кувальних і радіально-кувальних машинах — обтискають у радіальному та витягують у повздовжньому напрямках осесиметричні поковки з видовженою віссю для отримання суцільних і порожнистих заготовок типу стержнів. РКМ бувають горизонтальні й вертикальні. Радіально-кувальні машини відрізняються від РКМ тим, що кувальні бойки приводяться в рух за допомогою кривошипно-шатунних, ексцентрикових чи кулачкових механізмів. Продуктивність РКМ і РДКМ нижча від штампувальних ГКМ і КГШП, тому їх часто використовують у дрібносерійному виробництві. Вони піддаються механізації та автоматизації.

Ступінь складності поковки визначають залежно від відношення її об'єму V_n до об'єму фігури V_f (кулі, паралелепіпеда, циліндра чи призми), описаної навколо неї (рисунок 1)

$$C = V_p / V_{\phi}, (2.1)$$

Стандартом передбачено чотири групи складності поковок для значень C відповідно: $C1$ (від 0,63 до 1,0); $C2$ (від 0,32 до 0,63); $C3$ (від 0,16 до 0,32) і $C4$ (від 0 до 0,16).

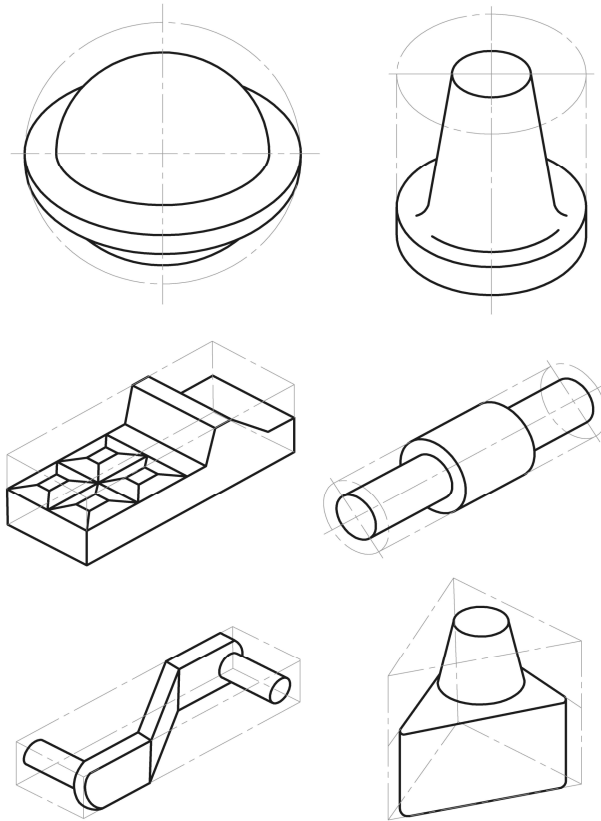


Рисунок 1 - Приклад описаної фігури навколо поковки

У процесі штампування дефектами можуть також бути вм'ятини, забоїни, незаповнення форми, жолоблення.

Приблизну масу поковки можна знайти за наступною формулою

$$G_K = \lambda \cdot K_f \cdot V_d, \text{ г} (2.2)$$

де γ - питома маса матеріалу, г/см³;

K_f - коефіцієнт, що враховує наявність припусків (в залежності від кількості механічно оброблюваних поверхонь $K_f = 1,02 \dots 1,08$. Більше значення приймається для поковок, що мають більше оброблюваних поверхонь);

V_d - об'єм деталі, см³.

Стандартом передбачено п'ять класів точності поковок. Клас точності поковки визначає конструктор за погодженням із можливим споживачем. Рекомендації щодо призначення класів точності наведені в додатку Б1.

Вихідний індекс для наступного призначення основних загальних припусків, допусків і допустимих відхилень визначається в залежності від маси, марки деталі, ступеня складності і класу точності штамповки (додаток Б4).

Для визначення вихідного індексу згідно додатку Б5 в графі "Вага штамповки" знаходять згідно ваги рядок і «зміщаючись» по горизонталі вправо або по потовщених нахилених лініях вправо вниз до перетину з вертикальними лініями згідно заданим значенням групи сталі M , ступеня складності C , класу точності T , встановлюють вихідний індекс (від 1 до 23). Приклади (рисунок 2):

штамповка вагою 0,5 кг, групи сталі $M1$, ступеня складності $C1$, класу точності $T2$ - вихідний індекс—3;

Групу сталі поковки визначають за кількістю вуглецю та сумарною масовою часткою легувальних елементів:

$M1$ — для вуглецевих легованих сталей з масовою часткою вуглецю до 0,35% і легувальних елементів до 2 %;

$M2$ — для сталей з масовою часткою вуглецю від 0,35 до 0,65 % чи сумарною часткою легувальних елементів від 2,0 до 5,0 %;

$M3$ - для сталей з масовою часткою вуглецю понад 0,65 % чи сумарною часткою легувальних елементів понад 5,0 %.

Найпоширенішими видами браку поковок є риси та подряпини на поверхні, тріщини отримані шляхом:

- розкатування газових раковин виливків, згортки, складки, плени (розкатані застигли бризки рідкої сталі);
- розшарування від раковин чи шпаристості;
- забруднення;
- флокени (скупчення дрібних тріщин від нерозчиненого у виливках водню);
- відхилення у хімічному складі матеріалу, формі та розмірах поковки.

штамповка вагою 1,5 кг, групи сталі МЗ, ступеня складності С2, класу точності ТІ - вихідний індекс — 6.

Вага штамповки, кг	Група сталі			Ступінь складності поковки				Клас точності штамповки					Вихідний індекс
	М1	М2	М3	С1	С2	С3	С4	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	
до 0,5 включно X													1
від 0,5 до 1,0													2
від 1,0 до 1,8 X													3
від 1,8 до 3,2													4
від 3,2 до 5,6													5
від 5,6 до 10,0													6
													7

Рисунок 2 - Приклад визначення вихідного індексу

Завдання до виконання

Згідно отриманого креслення деталі (дані заносити в таблицю 2):

1. Визначити масу деталі;
2. Визначити наближену масу заготовки;
3. Визначити коефіцієнт використання матеріалу;
4. Визначити ступінь складності заготовки;
5. Визначити групу сталі;
6. Призначити спосіб отримання заготовки і клас точності (додаток Б1);
7. Накреслити ескіз заготовки і провести нумерацію її поверхонь;
8. Призначити радіуси заокруглень кутів і допуски на них (додаток Б2, Б3);
9. Призначити табличним способом припуски і допуски на поверхні заготовки (додаток Б4);
10. Визначити розміри штамповки;
11. Виконати креслення заготовки.

Таблиця 2

Характеристика поковки

Назва деталі, номер	Маса деталі, кг	Маса заготовки, кг	Коефіцієнт використання матеріалу	Спосіб отримання заготовки	Клас точності	Ступінь складності	Група сталі
Поверхня	Допуски розміру, мм (радіус заокруглення)			Припуск, мм		Кінцевий розмір, мм	
1							
2							
...							
n							

3. Вибір обладнання для виготовлення заготовок методом кування

Мета: Набуття практичних навиків вибору пресового обладнання.

Короткі теоретичні відомості

Кування — це деформування нагрітої заготовки між бойками молота або преса. Розрізняють кування машинне (молотом або пресом) та ручне. Куванням виготовляють прості за формою заготовки масою до 300 тонн і здебільшого в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва. Основні операції технологічного процесу кування: розділювальні, формозмінювальні та загальні.

До розділювальних операцій належать відрубування, надрубування, ламання. Формозмінювальні операції - це осаджування, протягування, передавання, розганяння, прошивання, обтиснення, вигинання, закручування. Нагрівання, обдування, змащення та охолодження є загальними операціями.

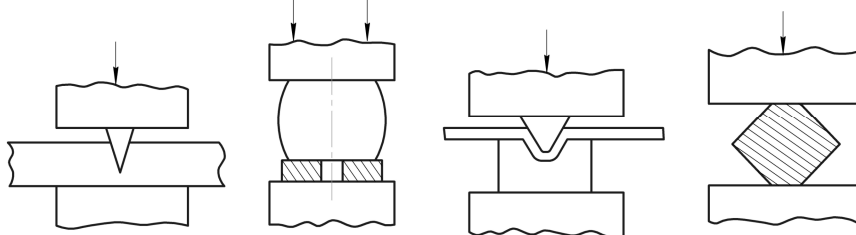


Рисунок 3 - Операції вільного кування: а) відрубування; б) осаджування; в) згинання; г) обкатування

Параметр шорсткості поверхонь поковок складає $Ra\ 20\ldots 80\ \mu m$.

Інструмент поділяють на основний, підтримувальний та вимірювальний. До основних інструментів належать бойки, плити для осаджування, оправки, прошивні кільця, напівкруглі та клинові розкатувачі, обсікачі, кутки, круглі та трикутні перетискачі, суцільні та різні обтискувачі, одно- й двобічні сокири. До підтримувальних інструментів відносять кліщі, стояки, патрони, захоплювачі. Вимірювальні інструменти - це кронциркулі, нутроміри, лінійки, кутки, шаблони, калібри. Оброблювальний інструмент поділяють на універсальний та спеціальний, ручний та механізований.

Щоб підвищити стійкість до ударних навантажень, інструмент підігрівають до температури $150\ldots 200^\circ C$ й періодично контролюють твердість його робочих поверхонь.

Обладнання для машинного вільного кування:

- молоти штампувальні (пневматичні, пароповітряні, високошвидкісні, вибухові, гідравлічні);
- преси (гвинтові, гідравлічні, пневматичні, електромагнітні, кривошипні);
- кувальні машини (горизонтально-кувальні, вертикально-кувальні, радіально-кувальні, ротаційні, імпульсно-штампувальні);
- ножиці (з паралельними, нахиленими (гільйотинними) та дисковими ножами, кривошипні, вібраційні).

Вибір основного устаткування здійснюють за його основним параметром, яким для молотів є маса падаючих частин, а для пресів - максимальне зусилля штампування.

Переваги виготовлення заготовок вільним куванням: висока якість металу, універсальність устаткування та інструменту, можливість виготовлення заготовок значних розмірів і мас на малопотужному устаткуванні.

До недоліків технологічних процесів вільного кування належать порівняно низька продуктивність праці, велика трудомісткість, невисока точність форми та розмірів заготовок, підвищені витрати металу на напуски, вигоряння, збільшені припуски на механічне оброблення, потреба у високій кваліфікації робітників, тяжкі умови праці, труднощі з механізацією та автоматизацією виробничих процесів.

Для вільного кування масу падаючих частин знаходять за формулою

$$G = 1.5 \cdot 10^5 \cdot p \cdot V \cdot e, \text{ кг} \quad (3.1)$$

де p - потрібний тиск для деформування матеріалу, МПа;
 V - об'єм деформованого матеріалу, м^3 ;
 e - ступінь деформування для останнього удару молота (для великих поковок $e = 0,025$; для малих $e = 0,060$).

Необхідний тиск для осаджування:

$$p = \sigma_T (1 + 0.17D/H), \text{ Мпа} \quad (3.2)$$

де σ_T - межа текучості металу, МПа;
 D - середній діаметр (розмір) заготовки після деформування, мм;
 H - висота заготовки після деформування, мм.

Потрібне для вільного кування зусилля преса:

$$P = \psi \cdot p \cdot S, \text{ Н} \quad (3.3)$$

де ψ - коефіцієнт, що враховує масу поковки (для малих поковок $\psi = 1,0$; для великих $\psi = 0,4$);

S - площа поперечного перетину заготовки в зоні деформування, м^2 .

Завдання до виконання

Згідно отриманого креслення деталі:

1. Визначити масу поковки;
2. Розрахувати масу падаючих частин обладнання (додаток В1);
3. Розрахувати зусилля преса;
4. Провести вибір обладнання із наведенням основних його характеристик (додаток В2).
5. Отримані результати оформити у вигляді таблиці 3.

Під час вибору обладнання по створюваному зусиллю потрібно враховувати, що $10 \text{ кН} \approx 1 \text{ тс}$.

Таблиця 3

Вибір обладнання для виготовлення заготовок методом кування

Маса поковки, кг		Маса падаючих частин, кг	Розрахункове зусилля преса, Н
1.	Модель обладнання		
2.	Номінальне зусилля вирубування P , тс		
3.	Хід внутрішнього і зовнішнього повзунів: - найменший $h_{\min}$, мм - найбільший, $h_{\max}$, мм		
4.	Частота руху повзуна n , об/хв.		
5.	Номінальна закрита висота H , мм		
6.	Товщина шідштампової плити $H_{\text{ш}}^{\text{е}}$, мм		
7.	Регулювання довжини шатуна Δ_{θ} , мм		
8.	Виліт (відстань від осі повзуна до станини) R , мм		
9.	Відстань між стійками $L_{\text{ш}}$, мм		
10.	Габаритні розміри преса: - довжина $A_{\text{а}}$, мм - ширина $B_{\text{а}}$, мм - висота над рівнем підлоги $H_{\text{а}}$, мм		
11.	Рівень стола $H_{\text{ш}}$, мм		
12.	Потужність двигуна головного привода, $N_{\text{а}}$, кВт		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. - Л.: Машиностроение, 1987.-255 с.
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. -Львів: Світ, 1996.-368 с.
3. Брюханов А.Н. Ковка и объемная штамповка. - М.: Машиностроение, 1975. - 408 с.
4. Ермаков С.С., Вязников Н.Ф. Металлокерамические детали в машиностроении. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1975. —232 с.
5. Ковка и объемная штамповка стали. Справочник в 2-х томах./ Под ред. М.В. Сторожева. — М.: Машиностроение, 1985. - 240 с.
6. Композиционные материалы в технике / Д.М. Карпинос, Л.И. Тучинский, А.Б.Сапожникова и др. - К.: Тэхника, 1985. -152 с.
7. Митрофанов С.П. Групповая технология изготовления заготовок серийного производства. - Л.: Машиностроение, 1985. — 240 с.
8. Могилев В.К., Лев О.И. Справочник литейщика. - М.: Машиностроение, 1988. - 272 с.
9. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения: Справочник / И.М. Федорченко, И.Н. Францевич, И.Д. Радомысльский и др. - К.: Наукова думка, 1985.-624 с.
10. Прейс Г.А. Технология конструкционных материалов. - К.: Выща школа, 1984. - 369 с.
11. Руденко П.О. Вибір проектування і виробництво заготовок деталей машин. - К.: Вища школа, 1993.-303 с.

ДОДАТКИ

Додаток А1

Класи точності розмірів і мас, ряди припусків на механічну обробку відливків (ГОСТ 26645-85)

Спосіб лиття	Найбільший габаритний розмір відливки, мм	Тип металу або сплаву		
		кольорові 3 температурою плавлення нижче 700°С	кольорові 3 температурою плавлення вище 700°С, сірий чавун	ковкий, високоміцний і легований чавун, сталь
Лиття під тиском і в металеві форми	до 100	<u>3т-5</u> 1	<u>3-5</u> 1	<u>4-7</u> 1
	понад 100	<u>3-6</u> 1	<u>4-7т</u> 1	<u>5т-7</u> 1
Лиття в керамічні форми за виплавлюваними і випалюваними моделями	до 100	<u>3-6</u> 1	<u>4-7т</u> 1-2	<u>5т-7</u> 1-2
	понад 100	<u>4-7</u> 1-2	<u>5т-7</u> 1-2	<u>5-8</u> 1-2
Лиття в кокіль, під низьким тиском, в стержневі форми, які тверднуть при контакті з спорядженням, в оболонкові форми	до 100	<u>4-9</u> 1-2	<u>5т-10</u> 1-3	<u>5-11т</u> 1-3
	понад 100 до 630	<u>5т-10</u> 1-3	<u>5-11т</u> 1-3	<u>6-11</u> 2-4
	понад 630	<u>5-11т</u> 1-3	<u>6-11</u> 2-4	<u>7т-12</u> 2-5
Лиття в стержневі форми, які тверднуть без контакту з спорядженням, пісчано-глиняні форми, відцентрове	до 630	<u>6-11</u> 2-4	<u>7т-12</u> 2-4	<u>7-13т</u> 2-6
	понад 630 до 4000	<u>7-12</u> 2-4	<u>8-13т</u> 2-5	<u>9т-13</u> 3-6
	понад 4000	<u>8-13т</u> 3-6	<u>9т-13</u> 3-6	<u>9-14</u> 4-6

Примітка: У чисельнику вказані класи точності, в знаменнику - ряди припусків.

Основні припуски на механічну обробку відливків (ГОСТ 26645-85)

Допуски розмірів відливків, мм		Ряди припусків					
		1	2	3	4	5	6
понад	ДО						
0	0,12	0,2-0,4	-	-	-	-	-
0,12	0,16	0,3-0,5	0,6-0,8	-	-	-	-
0,16	0,20	0,4-0,6	0,7-1,0	1,0-1,4	-	-	-
0,20	0,24	0,5-0,7	0,8-1,1	1,1-1,5	-	-	-
0,24	0,30	0,6-0,8	0,9-1,2	1,2-1,6	1,8-2,2	2,6-3,0	-
0,30	0,40	0,7-0,9	1,0-1,3	1,4-1,8	1,9-2,4	2,8-3,2	-
0,40	0,50	0,8-1,0	1,1 -1,4	1,5-2,0	2,0-2,6	3,0-3,4	-
0,50	0,60	0,9-1,2	1,2-1,6	1,6-2,2	2,2-2,8	3,2-3,6	-
0,60	0,80	1,0-1,4	1,3-1,8	1,8-2,4	2,4-3,0	3,4-3,8	4,4-5,0
0,80	1,00	1,1-1,6	1,4-2,0	2,0-2,8	2,6-3,2	3,6-4,0	4,6-5,5
1,00	1,20	1,2-2,0	1,6-2,4	2,2-3,0	2,8-3,4	3,8-4,2	4,8-6,0
1,20	1,60	1,6-2,4	2,0-2,8	2,4-3,2	3,0-3,8	4,0-4,6	5,0-6,5
1,60	2,00	2,0-2,8	2,4-3,2	2,8-3,6	3,4-4,2	4,2-5,0	5,5-7,0
2,00	2,40	2,4-3,2	2,8-3,6	3,2-4,0	3,8-4,6	4,6-5,5	6,0-7,5
2,40	3,00	2,8-3,6	3,2-4,0	3,6-4,5	4,2-5,0	5,0-6,5	6,5-8,0
3,00	4,00	3,4-4,5	3,8-5,0	4,2-5,5	5,0-6,5	5,5-7,0	7,0-9,0
4,00	5,00	4,0-5,5	4,4-6,0	5,0-6,5	5,5-7,5	6,0-8,0	8,0-10,0
5,00	6,00	5,0-7,0	5,5-7,5	6,0-8,0	6,5-8,5	7,0-9,5	9,0-11,0
6,00	8,00	-	6,5-9,5	7,0-10,0	7,5-11,0	8,5-12,0	10,0-13,0
8,00	10,0	-	-	9,0-12,0	10,0-13,0	11,0-14,0	12,0-15,0
10,0	12,0	-	-	10,0-13,0	11,0-14,0	12,0-15,0	13,0- 16,0
12,0	16,0	-	-	13,0-15,0	14,0-16,0	15,0-17,0	16,0-19,0
16,0	20,0	-	-	-	17,0-20,0	18,0-21,0	19,0-22,0
20,0	24,0	-	-	-	20,0-23,0	21,0-24,0	22,0-25,0
24,0	30,0	-	-	-	-	26,0 - 29,0	27,0-30,0
30,0	40,0	-	-	-	-	-	34,0-37,0
40,0	50,0	-	-	-	-	-	42,0

Допуски лінійних розмірів відливків, мм (ГОСТ 26645-85)

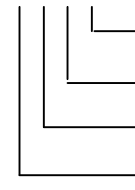
Інтервали лінійних розмірів, мм		Клас точності розмірів відливків																					
понад	До	1	2	3т	3	4	5т	3 I	6	7т	7	8	9т	9	10	11 т	11	12	13 т	13	14	15	16
0	4	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	-	-	-	-	-	-
4	6	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80	2,20	2,80	-	-	-	-	-
6	10	0,08	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	-	-	-
10	16	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80	2,20	2,80	3,60	4,40	5,60	7,00	-	-
16	25	0,10	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,0	12,0
25	40	0,11	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80	2,20	2,80	3,60	4,40	5,60	7,00	9,00	11,0	14,0
40	63	0,12	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,0	12,0	16,0
63	100	0,14	0,18	0,22	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80	2,20	2,80	3,60	4,40	5,60	7,00	9,00	11,0	14,0	18,0
100	160	0,16	0,20	0,24	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,0	12,0	16,0	20,0
160	250	-	-	0,28	0,36	0,44	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80	2,20	2,80	3,60	4,40	5,60	7,00	9,00	11,0	14,0	18,0	22,0
250	400	-	-	0,32	0,40	0,50	0,64	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0
400	630	-	-	-	-	0,56	0,70	0,90	1,10	1,40	1,80	2,20	2,80	3,60	4,40	5,60	7,00	9,00	11,0	14,0	18,0	22,0	28,0
630	1000	-	-	-	-	-	0,80	1,0	1,2	1,6	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0
1000	1600	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,80	2,20	2,80	3,60	4,40	5,60	7,00	9,00	11,0	14,0	18,0	22,0	28,0	36,0
1600	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	2,40	3,20	4,00	5,00	6,40	8,00	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	40,0
2500	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,20	3,60	4,40	5,60	7,00	9,00	11,0	14,0	18,0	22,0	28,0	36,0	44,0
4000	6300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,00	6,40	8,00	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	40,0	50,0
6300	10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,00	10,0	12,0	16,0	20,0	24,0	32,0	40,0	50,0	64,0

Граничні відхилення жолоблення відливки (ГОСТ 26645-85)

Найбільші розміри відливків, мм		Ступені жолоблення									
понад	до	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	-	-	-	-	-	0,10	0,16	0,24	0,4	0,6
100	160	-	-	-	-	0,10	0,16	0,24	0,40	0,6	1,0
160	240	-	-	-	0,10	0,16	0,24	0,40	0,60	1,0	1,6
240	400	-	-	0,10	0,16	0,24	0,40	0,60	1,00	1,6	2,4
400	630	-	0,10	0,16	0,24	0,40	0,60	1,00	1,60	2,4	4,0
630	1000	0,10	0,16	0,24	0,4	0,60	1,00	1,60	2,40	4,0	6,0
1000	1600	0,16	0,24	0,40	0,60	1,00	1,60	2,40	4,00	6,0	10,0
1600	2400	0,24	0,40	0,60	1,00	1,60	2,40	4,00	6,00	10,0	16,0
2400	4000	-	0,60	1,00	1,60	2,40	4,00	6,00	10,0	16,0	24,0
4000	6300	-	-	1,60	2,40	4,00	6,00	10,0	16,0	24,0	40,0
6300	10000	-	-	-	4,00	6,00	10,0	16,0	24,0	40,0	60,0

Приклад позначення точності відливки:

7-7-6-2 ГОСТ 26645-85


 ряд припусків
 ступінь жолоблення
 клас точності мас
 клас точності розмірів

Вибір класу точності штамповок

Основне обладнання, технологічні процеси	Клас точності				
	T1	T2	T3	T4	T5
Кривошипні гарячостампувальні преси:					
- відкрита штамповка					+
- закрита штамповка				+	
- видавлювання		+	+		
Горизонтально-кувальні машини			+	+	
Преси гвинтові, гідравлічні			+	+	+
Гарячостампувальні автомати				+	+
Штампувальні молоти		+			
Об'ємне калібрування	+	+	+	+	+
Прецизійне штампування	+				

Радіуси заокруглень кутів

Маса поковки, кг	Мінімальна величина радіусів заокруглень при глибині рівчака, мм			
	до 10 включно	10-25	25-50	понад 50
до 1,0 включно	1,0	1,6	2,0	3,0
більше 1,0 до 6,3	1,6	2,0	2,5	3,6
63 до 160	2,0	2,5	3,0	4,0
160 до 400	2,5	3,0	4,0	5,0
400 до 1000	3,0	4,0	5,0	7,0
1000 до 2500	4,0	5,0	6,0	8,0

Допуски радіусів заокруглень

Радіус, мм		Допуски для класів точності, мм				
понад	до	T1	T2	T3	T4	T5
0	4	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
4	6	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0
6	10	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0
10	16	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0
16	25	2,0	3,0	5,0	8,0	12,0
25	40	3,0	5,0	8,0	12,0	20,0
40	60	5,0	8,0	12,0	20,0	30,0
60	100	8,0	12,0	20,0	30,0	50,0

Допуски і відхилення для лінійних розмірів штамповок

Вихідний індекс	Товщина штамповки, мм																	
	до 40		40-63		63-100		100-160		160-250		більше 250							
	Довжина, ширина, діаметр, глибина і висота штамповки, мм																	
	до 40		40-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500	
1	0,3	+0,2 -0,1	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2								
2	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3						
3	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4				
4	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5				
5	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7		
6	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9
7	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0
8	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1
9	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2
10	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3
11	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5
12	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7
13	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9
14	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1
15	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4
16	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,2 -2,4	8,0	+5,3 -2,7
17	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,2 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0
18	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,2 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3
19	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,2 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6
20	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,2 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0
21	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,2 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4
22	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,2 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4	14,0	+9,2 -4,8
23	7,1	+4,2 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4	14,0	+9,2 -4,8	16,0	+10, 0 -6,0

Допуски і відхилення для лінійних розмірів штамповок

Вага штамповки (поковки), кг	Група сталі			Ступінь складності штамповки				Клас точності					Вихідний індекс
	M1	M2	M3	C1	C2	C3	C4	T1	T2	T3	T4	T5	
до 0,5 включно													1
від 0,5 до 1,0													2
від 1,0 до 1,8													3
від 1,8 до 3,2													4
від 3,2 до 5,6													5
від 5,6 до 10													6
від 10 до 20													7
від 20 до 50													8
від 50 до 125													9
від 125 до 250													10
													11
													12
													13
													14
													15
													16
													17
													18
													19
													20
													21
													22
													23

Значення межі текучості найпоширеніших конструкційних металів

сталь	Ст2	Ст3	Ст4	Ст5	30	35	40	45
σ_T , МПа	215	235	255	285	294	314	321	363
сталь	50	55	50Г	45Г2	40Х	40ХН	40ХС	35ХГ СА
σ_T , МПа	372	382	392	402	786	588	1080	1280

Конструктивно-силові характеристики пресового обладнання (однокривошипні двостійкові преси з нерухомим столом)

Модель	P	$h_{\min}$	$h_{\max}$	n	H	$H_{i\bar{e}}$	Δ_{θ}	R	$L_{\bar{n}}$
K2114	2,5	4	30	200	150	25	25	95	120
K2116Б	4,0	45	-	320	160	32	32	100	130
КД2118	6,3	5	50	150	200	45	40	150	140
КД2120	10	5	50	120	200	32	40	130	170
КД2122	16	5	55	120	220	40	45	160	200
КД2124	25	5	65	120	450	50	55	190	240
КД2126	40	10	80	100	280	65	65	220	280
КД2128	63	10	100	90	340	80	80	260	340
K2130	100	25	130	80	400	100	100	320	400
K2132	160	25	160	70	480	120	120	360	480
K2234	250	200	-	35	500	140	140	400	500

Конструктивно-силові характеристики пресового обладнання (однокривошипні двостійкові преси з нерухомим столом)

Модель	$A_{\bar{a}}$	$B_{\bar{a}}$	$H_{\bar{a}}$	$H_{\bar{n}}$	$N_{\bar{a}}$
K2114	515	800	1535	810	0,4
K2116Б	585	850	1715	830	0,5
КД2118	620	970	1805	800	0,75
КД2120	965	1045	1790	745	2,0
КД2122	990	1085	1875	760	2,0
КД2124	1170	1190	2110	820	2,7
КД2126	1270	1350	2420	835	4,7
КД2128	1450	1730	2180	840	8,3
K2130	1555	1850	2725	700	14,5
K2132	2100	2340	3650	820	19,0
K2234	2300	2450	3950	800	20,0