

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
з виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни “Проектування ливарних цехів”
для студентів денної та заочної форми
для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка

Затверджено редакційно-
видавничою радою
університету, протокол
№ 1 від 15.02.2024 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Проектування Ливарних цехі» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю 131 Прикладна механіка рівня магістр. / Уклад. : Берлізева Т. В. – Харків: НТУ «ХП», 2024. – 51 с.

Укладач: Берлізева Т. В.

Рецензент: Акімов О. В.

Кафедра ливарного виробництва

ВСТУП

До реконструкції діючих підприємств належить перебудова існуючих цехів та об'єктів основного та обслуговуючого призначення, пов'язане з удосконаленням виробництва, підвищенням його техніко – економічного рівня, спрямоване на збільшення виробничих – них потужностей, поліпшення якості та зміна номенклатури ції в основному без збільшення чисельності працюючих при одночасному покращення умов їх праці і охорони навколишнього середовища .

При реконструкції діючих підприємств можливе розширення окремих споруд та ділянок основної , підсобної та обслуговуючої ного призначення у випадках , коли нове високопродуктивне обладнання не може бути розміщене в існуючих будівлях. При реконструкції повинні забезпечуватися : збільшення виробничої потужності цехи насамперед за рахунок усунення диспропорцій у технологічних ланках ; використання маловідходний і безвідходний технологій і гнучких виробництв; скорочення числа робочих місць; підвищення продуктивності праці, зниження матеріаломісткості виробництва та собівартості продукції; підвищення фондівіддачі і покращення інших техніко – економічних показників чинного підприємства.

При випуску технологічного обладнання реконструйованих цехів один з визначальних факторів – класифікація по масі, що випускаються виливок, наведена в табл.1 (див. додаток).

За серійності розрізняють наступні типи виробництв : масове , великосерійне , серійне , дрібносерійне та одиничне. Серійність про – виробництва визначає ступінь механізації технологічних процесів та обладнання . Найвищий ступінь механізації та автоматизації властивостей – венна для великосерійного та масового виробництва з вузької та ограни – ченної номенклатурою виливків .

Класифікація цехів із серійності виробництва із чорних сплавів наведено в табл.2 (див. додаток).

Зазвичай існує змішана серійність виготовлених виливків.

Виробництво цехи слід відносити до тому типу, який є в даному цеху переважним .

Класифікація цехів із серійності виробництва із кольорових сплавів наведено в табл.3 (див . додаток).

У проектних розрахунках при визначенні кількості обладнання вико – користується ефективний фонд часу його роботи Φ_e , який залежить від виду обладнання , його складності і режиму роботи цехи.

Справжній річний фонд роботи обладнання наведено в табл.4 (див. додаток).

Втрата часу через ремонт обладнання по технологічним і іншим причинам враховується введенням до розрахунку коефіцієнта використання обладнання K_z , наведеного в табл.5 (див . додаток).

При невеликих обсягах виробництва та відсутності відповідного обладнання в окремих випадках допускається зниження коефіцієнта використання до 0,5 (і нижче) з обґрунтуванням.

Коефіцієнт використання обладнання є одним з критерієв правильно обраного технологічного обладнання і визначається ставленням розрахункового числа одиниць обладнання $N_{\text{розрах.}}$ для забезпечення програми випуску продукції до прийнятого в проекті $N_{\text{пр}}$:

$$K = \frac{N_{\text{розрах.}}}{N_{\text{пр}}}$$

Практична робота № 1
**РОЗРАХУНОК УСТАТКУВАННЯ ПЛАВИЛЬНОГО
ДІЛЯНКА**

Плавильна відділення повинно перебувати з двох основних ділянок: набору та зважування шихти та плавки, а також допоміжних ділянок з ремонту футерування та обладнання, сушіння та підігріву ковшів, прибирання відходів, лабораторій, служби КВП, пультів управління і ін.

У ливарних цехах для плавки металів застосовуються електричні та паливні печі. Найбільш характерним прикладом плавки в паливних печах є вагранкова плавка. Конструкція вагранок за останнє час зазнала суттєве зміна. Застосовують вагранки закритого типу з гарячим дуванням, коксогазові та газові вагранки, вагранки з осноавим футеруванням і вагранки з водяним охолодженням плавильного поясу.

Температура підігріву подається в вагранку повітря досягає 500 ... 600 ° С і вище. Ваграночні гази, що відходять, очищаються від пилу в електричні осадники, фільтри мішкового типу, скрубери та інші пристроях. Чадний газ СО допалюється. Знепилені і очищені гази, що відходять, рекомендується викидати через труби, висота яких досягає 30 м і більше.

Підігрів повітряного дуття з очищенням відхідних газів від пилу та СО покращує санітарно – гігієнічні умови праці, знижує витрату ливарів. ного коксу і підвищує температуру рідкого металу. При нагріванні віз – задушливого дуття до 400 ... 500 ° С і при незмінному витраті коксу можна забезпечити підвищення температури перегріву рідкого чавуну на 70 °С при збереження колишньої температури металу.

Враховуючи, що покращення санітарно – гігієнічних умов праці надають великого значення в проектах цехів, слід використовувати тільки вагранки закритого типу з гарячим дуванням незалежно від масштабу та характеру виробництва.

При виборі плавильних пристроїв слід враховувати, що при нагріві і розплавленні чавуну у вагранках тепловий коефіцієнт корисної дії печі досягає 45 %, але при перегріві чавуну падає до 5 %.

Перегрів рідкого чавуну електропечах відбувається при ККД порядку 55%, а нагрівання до температури плавлення – при ККД рівному 20 ... 30

%. Отже, плавити чавун економічніше в вагранках, а перегрівати рідкий чавун до потрібної температури – в електричних печах. Тому дуплекс – процес – вагранка – електропіч знайшов широке застосування в чавуноливарному виробництві .

Індукційна плавка чавуну та кольорових легкоплавких сплавів забезпечує одержання рідкого сплаву високої якості з мінімальним вмістом газів неметалевих включень та шкідливих складових. Плавка в індукційних печах дозволяє знизити втрати металу та підвищити ККД використання електроенергії . Індукційні плавильні печі підрозділяються за принципом роботи на два типи : тигельні та каналні . Найбільшого поширення для плавки чавуну та сталі набули тигельні індукційні печі . Вони зручні і надійні в експлуатації , особливо при виплавці низьковуглецевих чавунів – ковкого та ін . При роботі на сухій шихті , не містить сторонніх включень, та на підігрітою шихту в плавильному відділенні забезпечуються гарні санітарно – гігієнічні умови праці. У печах можливо проведення термотимчасової витримки і коригування хімічного складу рідкого металу. Основні переваги індукційної плавки в тигельних печах промислової частоти – стабільність хімічного складу плавки завдяки гарному перемішуванню рідкого металу та застосування дешевої шихти на основі сталевих скрапа, легкоплавких відходів, чавунної і сталевих стружки розсипом. Індукційні тигельні печі – це агрегат періодичного дії , тому для безперервного постачання металом потокової лінії заливання доводиться встановлювати кілька одночасно –саме працюючих печей (не менше трьох).

При плавці в електричних дугових печах металургійні можливості більш широкі в порівнянні з плавкою в індукційній та ваграночних печах . Цей процес застосовують для сталі, кольорових тугоплавких сплавів та чавуну. Активні гарячі шлаки дозволяють проводити процеси рафінування для отримання високоякісного сплаву з шихти містить шкідливі домішки . До недоліків дугової плавки слід віднести важкі умови праці в плавильному відділенні через великий шум, загазованості і великих тепловиділень, а також більшого, ніж при індукційній плавці, втрати металу.

Ефективність застосування плавки в електричних печах підвищується з використанням підігрітої шихти. При цьому мається на увазі використання в підігрівальних печах дешевшого палива , наприклад природного газу.

Практикою встановлено , що найбільш інтенсивно процес окислення протікає при температурі понад 650 °С . Тривалість підігріву шихти при міцних рівних умовах залежить від її температури. При температурі нагріву до 500 ° С потрібне час не перевищує 4 хвилин, нагрів до 650 °С вимагає вже 12 хвилин .

Попередній нагрівання шихти збільшує продуктивність електропечей на 25...35 % при одночасному зниженні питомої витраченої електроенергії на 15...20%. В результаті знижуються собівартість рідкого металу і капітальні вкладення плавильного відділення .

Баланс металу і потрібне кількість плавильних печей

Розрахунок плавильного відділення полягає у складанні балансу металу по марках, що виплавляються, виборі типу та визначенні кількості плавильних агрегатів , розрахунку витрати шихтових матеріалів на річний випуск і плануванні ділянки .

Розрахунок плавильних агрегатів та іншого обладнання починається з визначення необхідного обсягу металозавалки за окремими марками металу . Вага металозавалки складається з ваги придатного лиття на програму ваги металу литникових систем, витрати металу на брак і чад і безповоротних втрат (табл . 6) (див . додаток).

Брак виливок залежить від характеру лиття, роду металу, виду виробництва. При дипломному проектуванні відсоток браку встановлюється за досвідом роботи базового цеху. Чад і безповоротні втрати залежать тільки від роду металу та виду плавильного агрегату. Середній чад і безповоротні втрати в плавильних печах чавуну і стали наведені в табл . 7 (див . додаток).

За відсутності детально розробленої технології виготовлення виливок потреба в металозавалки визначається укрупненим розрахунком. При укрупненому розрахунку виробнича програма випуску виливків розбивається на вагові групи. Потреба металозавалки визначається по кожною ваговий групі. Вихід придатних виливок для кожною групи наведено в табл.8 (див . додаток).

Вибір плавильного обладнання обумовлюється його металургійним можливостями забезпечити задане кількість виплавленого сплаву, наявністю в регіоні проектованого цеху необхідних шихтових матеріалів і

енергетичних ресурсів, умовами праці обслуговуючого персоналу та дотримання умов захисту навколишнього середовища від газовиділень та відходів плавки сплавів, ефективністю виробництва сплаву на вибраному обладнанні. Якщо перелічені умови можуть бути забезпечені застосуванням різного обладнання, то для правильного вибору обладнання проводять техніко – економічний аналіз варіантів установки плавильного обладнання.

Список плавильних агрегатів, найбільш часто застосовуваних для плавки ливарних сплавів, їх основні технічні дані наведені в табл.9 (див. додаток).

Необхідна кількість плавильних агрегатів визначають по формулі

$$N_{\text{розрах}} = \frac{K_{\text{н}} \cdot B_{\text{г}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot q_{\text{розрах}}}$$

де $N_{\text{розрах}}$ – розрахункова кількість плавильних печей;

$B_{\text{г}}$ – річна кількість рідкого металу на ділянці, т;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності споживання рідкого металу, рівний 1...1,2 для великосерійного масового виробництва та 1,2 – 1,4 для індивідуального та дрібносерійного виробництва;

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год;

$q_{\text{розрах}}$ – продуктивність плавильного обладнання, т / год.

Прийнята кількість плавильних агрегатів $N_{\text{пр}}$ виходить шляхом збільшення $N_{\text{розрах}}$ до значення цілого числа.

Правильність вибору кількості плавильних печей визначається шляхом розрахунку коефіцієнта завантаження:

$$K_{\text{з}} = \frac{N_{\text{розрах}}}{N_{\text{пр}}}$$

де $K_{\text{з}}$ – коефіцієнт завантаження плавильного обладнання;

$N_{\text{розрах}}$ – розрахункова кількість обладнання;

$N_{\text{пр}}$ – прийнята кількість обладнання.

Нормальна робота плавильного відділення забезпечується при $K_3 = 0,7 \dots 0,85$.

При виплавці чавуну в печах періодичної дії монопроцесом їх місткість приймається виходячи з вартувий потреби з обліком прийнятої місткості роздатково – розливальних ковшів, кількості відбору металу (не більше трьох) протягом години та збереження « болота » рідкого металу в обсязі не менше 30...50 % від загальної місткості печі.

Практична робота № 2
ПРОЕКТУВАННЯ Складських ПРИМІЩЕНЬ

При проектуванні складів формувальних і шихтових матеріалів слід керуватися наступними положеннями.

Розрахунок площ і обладнання для приймання, зберігання і транспортування шихтових, формувальних та вогнетривких матеріалів виконується на основі потреб плавильного та сумішопідготовчого відділення основних матеріалів на річний випуск .

Витрата допоміжних матеріалів на річний випуск заносять в склепіння –ну відомість (табл.10) (див . додаток).

У проєкті крім складів шихтових і формувальних матеріалів необхідно передбачити також склади або площі моделей (модельних плит з моделями), опок, стрижнів, виливків .

Необхідно дати характеристику організації цехового складського господарства, у тому числі складу складів, їх розміщення, способу розвантаження , укладання та зберігання матеріалів . За наявності на заводі двох чи більше ливарних цехів слід проектувати базисні склади .

Розташування базисних складів по відношенню до ливарним цехам має забезпечити раціональні вантажопотоки матеріалів . При цьому можливе розміщення складів формувальних та шихтових матеріалів з урахуванням їх підготовки як в одному будинку, так і в окремих будинках. Для подачі сухого піску в ливарні цехи рекомендується використовувати пневмотранспорт або систему стрічкових конвеєрів; порошкоподібних матеріалів – пневмотранспорт , а шихтових матеріалів, коксу та флюсів у спеціальних контейнерах – автотранспорт .

Таке рішення дозволяє виключити залізничні введення в шихтові відділення, скоротити їх площа і розриви між цехами. Забезпечує чистоту і порядок у цехах, але при цьому збільшується кількість вантажів . перевалок у зв'язку із завантаженням контейнера на базисному складі .

Для машинобудівних заводів з одним ливарним цехом склади формувальних та шихтових матеріалів проєктують при цеху . У цих слу – чаях для подачі матеріалів до місць споживання використовують внутрішньоцеховий транспорт.

Загальна площа складу визначається по формулі

$$F_{\text{скл}} = F_{\text{тех}} + F_{\text{закр}} + F_{\text{е}} + F_{\text{пу}},$$

де $F_{\text{тех}}$ – площа технологічних ділянок складу, включаючи площу під обладнання, проходами і залізничними вводами, м²;

$F_{\text{закр}}$ – площа засіків, м²;

$F_{\text{е}}$ – площа, зайнята внутрішніми естаками та місцями для розвантаження матеріалів, м²;

$F_{\text{пу}}$ – площа, зайнята пристроями для подачі матеріалів в виробництво, м².

Розрахунок площі засіків складів шихтових матеріалів ведеться по формулі

$$F_{\text{зш}} = 1,1 (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n),$$

де $F_{\text{зш}}$ – площа засіків складів шихтових матеріалів, м²;

1,1 – коефіцієнт збільшення розрахункової площі засіків з урахуванням їх фактичної ського заповнення;

$f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ – розрахункові площі для відповідних компонентів шихти в залежності від виду лиття (стружка, чавунний) брухт сталевий лом і ін.).

Площі засіків для окремих компонентів шихти знаходяться по формулі

$$f_{\text{зш}} = \frac{100 \cdot M \cdot a \cdot b}{k \cdot T_{\text{д}} \cdot H}$$

де $f_{\text{зш}}$ – площа засіків відповідної складовий частини шихти, м²,

$\frac{100 \cdot M}{k}$ – метолозавалка, т/год,

де M – потужність цехи придатного лиття, в відсотках від метолозавалки, %;

a – норма витрати відповідного компонента шихти від метолозавалки, %;

b – норма зберігання компонента шихти, дн.;

$T_{\text{д}}$ – річний фонд роботи, дн.;

H – висота зберігання компонента шихти, м;

k – насипна щільність компонента шихти, т / м³ . –

Для складів формувальних матеріалів площі засіків визначають –ся по формулі

$$F_{зф} = 1,2-1,25 (f_{п} + f_{г} + f_{у}),$$

де $f_{п}$, $f_{г}$, $f_{у}$ – розрахункові площі засіків відповідно для піску, вугілля, м²; 1,1 – 1,25 – коефіцієнт збільшення розрахункової площі закромів з обліком їх фактичного заповнення.

Розрахункові площі засіків для відповідних формувальних ма – теріалів знаходяться по формулі

$$f_{зф} = \frac{b \cdot M \cdot a'}{T_{д} \cdot H}$$

де a' – норма витрати відповідного матеріалу, т / р, придатного лиття .

Площа, зайнята внутрішніми естакадами та місцями для розвантаження, обумовлена довжиною складу, кількістю естакад і необхідною шириною місць розвантаження:

$$F_{е} = mln,$$

де $F_{е}$ – площа, зайнята внутрішніми естакадами і місцями для розвантаження, м²;

m – ширина розвантаження, м (при естакадньому розвантаженні приймається 6 – 8 м); l – довжина естакади, м;

n – кількість естакад .

Площа, займана приймальними пристроями для подачі матеріалів в виробництво $F_{пу}$, складає 10 – 15 % корисної площі .

Для цехів дрібносерійного виробництва розмір площі складу може визначатися по допустимим навантаженням на одиницю площі :

$$F_{п} = \frac{B}{H}$$

де $F_{\text{п}}$ – корисна площа зберігання матеріалів, м^2 ;

B – норма запасу матеріалу на складі, т;

H – середня допустима навантаження на 1 м^2 підлоги складу, т.

Площа, що необхідна для прийому та сортування матеріалів, приймається з розрахунку 20 м^2 на $1\,000$ т придатного лиття. Площа на проходи і проїзди складає $10 - 15\%$ корисній площі. Основні дані для розрахунку складів шихтових і формувальних матеріалів, а також способи зберігання основних матеріалів наводяться в табл. 12 (див. додаток).

Для зберігання різних допоміжних матеріалів, інструменту, фарб і т.д. у ливарних цехах передбачаються загальноцехова комора, інструментальна комора обрубного відділення, матеріальна комора відділення ґрунтовки та комора цехового механіка і електрика.

Норми площ цехових комор на $1\,000$ т випуску виливків залежно від серійності виробництва наведені в табл. 11 (див. додаток). Орієнтовно можна приймати площі комор на кожні $1\,000$ тонн випуску цеху при серійному та дрібносерійному виробництві; загальної цехової $1,3 - 1,7 \text{ м}^2$, ремонтної служби механіка та електрика $2,8 - 3,2 \text{ м}^2$.

Для цехів великосерійного виробництва наведені величини приймаються з коефіцієнтом $0,6 - 0,75$ в залежності від потужності цехи.

Кількість комірників визначають по кількості комор і по змінності їх функціонування. У виробничих відділеннях цехів мають бути передбачені контори майстрів площею по $15 - 20 \text{ м}^2$ кожна. Цехові комори та контори розміщують на першому поверсі побуту вих приміщень у місцях, непридатних для виробничих операцій (площі, не обслуговуються кранами, між колонами будівлі).

Практична робота № 3
ПРОЕКТУВАННЯ ДОПОМОЖНИХ СЛУЖБ

Допоміжні служби ливарних цехів включають такі підрозділи: ремонтну службу цеху, призначену для поточного ремонту та обслуговування обладнання, з ділянкою ремонту футеровки ковшеї, тиглів і різних печей; експрес – лабораторії для оперативного контролю властивостей формувальних та стрижневих сумішей та хімічного складу рідких сплавів; цехові комори служби постачання .

Ремонтна служба цехи (служба механіка і електрика)

У діючій системі планово – попереджувального ремонту (ППР), враховується під час проектування ливарних цехів, передбачено централізоване виконання службами заводу капітального, середнього і дрібного ремонту механічного і електротехнічного обладнання, КВП і автоматики, а також ремонту інструменту і оснастки, при цьому застосовують метод повузлового ремонту . Цехова служба забезпечує тільки міжремонтне обслуговування всього перерахованого обладнання і приладів цеху протягом усього часу (у всіх змінах) роботи обладнання вання, у зв'язку з чим функції та склад цієї служби значно спрощуються і скорочуються. Проектування ремонтної цехової служби зводиться до визначення числа чергових слюсарів, верстатників, електриків, приладистів, розмірів приміщень майстерень і числа найпростіших верстатів .

Число робітників, що обслуговують обладнання, розраховують за об'ємом . йому і ремонтної складності всього комплексу обладнання цеху жєнних у ремонтних одиницях. Норми для розрахунку категорії складності ремонту обладнання ливарних цехів та міжремонтного обслуговування обладнання наведено в табл. 13, 14 (див . додаток).

Для поточного ремонту модельної оснастки передбачають модельщиків і слюсарів із розрахунку один робітник на випуск 6 – 7 тис. придатних виливок у цехах дрібносерійного виробництва та на 12 – 15 тис. т у цехах великосерійного виробництва.

За кількістю верстатників в одну зміну визначають число свердлильних, токарних та універсально – фрезерних верстатів, а за

кількістю верстатів чих у найбільшу зміну – площа приміщень, що займаються ремонтною службою : на кожен верстат по 10 м² , на кожного чергового слюсаря та електрика по 4 – 5 м².

Цехова служба поточного ремонту обладнання повинна мати розгалужену систему контролю його роботи та виклику чергових слюсарів та електриків.

У великих цехах ця система є частиною системи автоматичного управління цехом.

Ділянка ремонту технологічного оснащення та модельних комплектів вимагає площі 20 – 25 м².

Ділянка ремонту пічного обладнання

Ківшеве відділення призначене для капітального ремонту та футировки ковшів, тиглів і склепінь печей, а також для сушіння ковшів після ремонту. Тиглі та склепіння сушать при перших плавках. Тут же виробляють набір та сушіння стопорів. Стопори сушать у підвішеному стані – тросушарках з штучною рециркуляцією при температурі 100 – 200 ° С . Режим сушіння повинен дотримуватися дуже строго, так як погано просушений стопор може стати причиною аварії.

Для сушіння ковшів після ремонту застосовують стенди, що опалюються газом . Конструкція стендів для монорейкових ковшів . нових ковшів і їх габаритні розміри наведено в роботі [1].

Номенклатура та дані розливальних ковшів для чавуну та сталі приведені у [1]. Ківшеве відділення розміщують поруч із плавильним відділом, у тому ж прольоті , де виробляють розлив рідкого металу. Рідше ковшеве відділення розміщують на плавильному ділянці .

Кількість робітників приймають по нормам :

- ковшові і пічники в цехах дрібних чавунних виливок – з розрахунку один робітник на 6 – 7 тис . т потужності цехи;

- в цехах середніх чавунних виливок – один робітник на 5 – 6 тис. т потужності цехи ;

- в цехах великих чавунних виливок – один робітник на 3 – 4 тис. т потужності цехи .

Для сталеливарних цехів ці норми знижуються на 25 – 30%. Крім

ковшевих у відділенні передбачають одного робітника для приготування вогнетривких порошків і обслуговування бігунів .

Експрес – лабораторії

Для проведення хімічного аналізу металу під час плавки та текучого контролю якості формувальних та стрижневих сумішей у ливарних цехах передбачаються експрес – лабораторії. Розміщуються вони безпосередньо в виробничих відділеннях або побутових приміщеннях цехи.

Норми для визначення площ цехових експрес – лабораторій представлені в табл . 15 (див . додаток).

У табл . 16 додатка наведено дані про трудомісткість проведення експрес – аналізів чавуну і стали в різних плавильних агрегатах .

При плавці чавуну з сталевих відходів в електропечах необхідно брати три – чотири аналізу від кожної плавки по значно більшій кількості елементів (дванадцять – двадцять), щоб вловити присутність небажаних домішок від випадкових відходів. Для цієї цілі передбачають складне автоматичне обладнання (квантометри). Такі лабораторії виконують по спеціальним замовленням .

Передбачається, що формувальні та стрижневі суміші, що виготовляють в автоматичному режимі, піддають безперервному автоматичному аналізу вологості та температури при виході з змішувачів.

Завданнями експрес – лабораторії формувальних та стрижневих матеріалів є контроль свідчень автоматичних приладів і систематичне визначення основних технологічних параметрів формувальних та стрижневих сумішей у процесі їх приготування і на робочих місцях .

При аналізі формувальних сумішей визначають міцність «по – сирому», вологість та газопроникність. При аналізі стрижневих сумішей додатково визначають міцність «по – сухому». Трудомісткість аналізу 0,1 год . За цими даними визначають кількість лаборантів в одну зміну. Загальна площа лабораторії 8 – 9 м² на одного працюючого лаборанта, але не менше 15 м². Експрес – лабораторії розміщують, як правило, за можливістю ближче до робочої майданчику печей і в приміщенні сумішівиготовчого відділення зі зручним виходом на майданчик обслуговування обладнання ванни.

Практична робота № 4

РОЗРАХУНОК УСТАТКУВАННЯ СТЕРЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ

Організація роботи стрижневого відділення та вибір методу виготовлення стрижнів залежать від характеру лиття і значною мірою визначаються їх розмірами, складністю і серійністю виробництва.

За складом стрижневий суміші разові стрижні ділять на піщано – глинисті і самотвердіючі, а зважаючи на спосіб зміцнення, що забезпечує кінцеву міцність стрижнів, – на гарячо твердіючі, швидковисихаючі, хімічнотвердіючі при продування вуглекислим газом (CO_2 – процес), сухі, холодно– або швидкохолодно– твердіючі і рідкі самотвердіючі суміші.

У масовому та великосерійному виробництві прогресивним вважається метод виготовлення стрижнів по гарячих ящиках. До переваг цього способу слід віднести різке підвищення якості та точності стрижнів, зменшення витрати суміші, підвищення точності та чистоти виливків, цикл виготовлення стрижнів скорочується в кілька десятків разів, повністю виключається застосування сушил, каркасів, полегшується вибивка стрижнів.

Даний процес розвивається по двом напрямкам : виготовлення оболочкових стрижнів із сухих піщано – смоляних сумішей на основі термореактивної фенолформальдегідної смоли; виготовлення цільних або полегшених стрижнів з вологих піщано – смоляних сумішей на основі рідких термореактивних смол при швидкотвердіючих зв'язуючих. Виготовлення в гарячих ящиках розраховане на випуск дрібних та середніх стрижнів масою до 100 кг.

Особливістю виготовлення швидковисихаючих стрижнів є зміцнення стрижнів при короткочасному сушінні. Стрижні мають ви соку міцність, легко вибиваються. Стрижні виготовляються на піскодувних та піскострільних машинах із швидковисихаючих сумішей з масляними зв'язуючими або їх заміниками (Г, КО, СП, Т і ін.).

Технологічні особливості виготовлення стрижнів: зміцнення сушінням при температурі 180 – 350 °С в продовж 1,5 – 8 годин.

Технологічний процес отримання швидкотвердіючих стрижнів порівняно з їх виготовленням з швидковисихаючих сумішей має особливості: можливо застосування сумішей з підвищеною міцністю в

волоному стані , що містять швидкотвердіючі зв'язуючі СП , СБ ,КТ та ін.; зміцнення відбувається шляхом хімічного твердіння стрижнів при короткочасному сушінню.

Виготовлення сухих стрижнів застосовують у дрібносерійному та одиничному виробництві великих виливків масою 1 000 – 5 000 кг у сухих, самотвердіючих (з ПСС і РСС) формах, коли велике значення має забезпечення підвищеною податливістю стрижнів .

Особливість виготовлення хімічно твердіючих стрижнів шляхом їх продування вуглекислим газом. Висока міцність стрижнів досягається продуванням газом під тиском 0,25 – 0,30 МПа протягом 1 – 5 хвилин. Недоліками CO₂ – процесу є важка вибивальність стрижнів і утворення пригару на чавунних виливках .

Технологія виготовлення стрижнів з холоднотвердіючих сумішей (ХТС) розрахована на випуск дрібних, середніх і великих стрижнів до 600 кг . Стрижні відрізняються високою міцністю і точністю, легко видаляються з виливок при вибиванні форм. ХТС готують з синтетичними смолами (БС –40, КФ –107 та ін.) і відразу ж видають у ящик шнековими змішувачами. Час витримки дрібних стрижнів в ящику 20 – 40 с , а середніх і великих 8 – 40 хв після віброуцільнення .

Стрижні, виготовлені з швидкохолоднотвердіючих сумішей (ШХТС), відрізняються високою міцністю і точністю, легко видаляються при вибиванні. До складу суміші входять кварцовий пісок , каталізатор , синтетична смола. Суміші характеризуються малої живучістю, тому їх готують у швидкісних змішувачах. Виготовлення стрижнів відбувається на піскострільних машинах з наступним затвердінням в холодному ящику впродовж 15 – 30 с.

Технологія виготовлення стрижнів з рідких сумішей, що самотвердіють (РСС) дозволяє відмовитися від сушіння, виключити найбільш трудомістку операцію ущільнення суміші в ящику, робити стрижні цілими, знизити загальну трудомісткість виготовлення стрижнів. Однак вона має недоліки: підвищену пористість металу, стрижнів, що сприяє пригару суміші до виливків, уповільнене охолодження виливків в формі, погану вибивальність стрижнів .

Порядок виконання роботи

Розрахунок стрижневого відділення ведеться за індивідуальним

завданням впевною послідовності :

1. Розбивка номенклатури стрижнів на вагові групи .
2. Визначення кількості потоків для кожною або кількох вагових груп і їх потужності .

3. Вибір методу виготовлення стрижнів та розрахунок обладнання . Розбивка стрижнів на вагові групи і габарити визначити об'єм стрижнів цієї групи і дає можливість звести декілька вагових груп в один технологічний потік для виготовлення на одному обладнання .

Разові піщані стрижні поділяють на технологічні групи табл. 17 (див . додаток).

Обсяг виробництва стрижневого відділення визначають з виробництва .ної програми цеху . За відсутності технологічних розробок та креслень на частина або всю номенклатуру серійних, дрібносерійних і одиничних виливків кількість стрижнів визначають за нормами на 1 т придатного лиття, які наведено в табл . 19 (див . додаток).

При визначенні річної кількості стрижнів слід враховувати втрати, які мають місце через брак виливків, форм та через поломку стрижнів. Ці втрати зазвичай становлять близько 10%. Зведені дані з цією групи заносять в табл . 18 (див . додаток).

Після вибору технологічного процесу виготовлення стрижнів розраховують потрібне кількість обладнання по формулі

$$N_{\text{розрах}} = \frac{K_n \cdot V_r}{\Phi_d \cdot q_{\text{розрах}}}$$

де V_r – річне число знімачів з машин з обліком браку;

K – коефіцієнт нерівномірності споживання стрижнів, $K_n = 1,1 - 1,3$;

Φ_d – річний дійсправжній фонд часу роботи обладнання, год.;

$q_{\text{розрах}}$ – розрахункова продуктивність стрижневого обладнання, знімачів / год.

Технічні характеристики вітчизняних стрижневих машин приведені в табл. 21 (див. додаток).

При виборі обладнання для стрижневих ділянок необхідно

дотримуватися наступних рекомендацій:

- Усе дрібні стрижні (до 8 найменувань), а також стрижні з найбільшими габаритами до $160 \times 100 \times 30$ мм та масою до 1 кг економічно доцільно виготовляти на стрижневому автоматі моделі 4532 Б (при достатній серійності вилівки) через кращого використання обсягу стрижнєвого ящика, меншої витрати енергії і менших площ для розміщення обладнання;

- на машині моделі 4509 А можна виготовляти одночасно 8 найменувань різних стрижнів, забезпечується проста та швидка заміна стрижнєвої оснастки, тому ця модель рекомендується для виготовлення основної маси стрижнів, габарити, вага та особливості яких відповідають технічним характеристикам машин;

- масивні стрижні з розмірами в перерізах понад 60×60 мм за їх висотою понад 200 мм та серійності, що забезпечує потребу більш 25000 знімачів стрижневих ящиків на рік, рекомендується виготовляти пустотілими по процесу з затвердінням в нагріваному оснащенні;

- на машинах 4705 А рекомендується виготовляти стрічкові стрижні. Ця модель прийнятна при виробництві стрижнів газопроводу та інших стрижнів, особливост , серійність і габарити яких відповідають характеристиці машини ;

- за потреби стрижнів до 4 000 знімачів стрижневих ящиків на рік або великої складності необхідної оснастки для стрижнів масою до 6 кг, а також для стрижнів 4-го і 5-го класів складності рекомендується користування перспективного процесом виготовлення стрижнів з холод – твердіючих сумішей;

- для виготовлення центрових оболонкових стрижнів для вилівки гільз циліндрів та аналогічних стрижнів циліндричної форми рекомендуються застосовувати високопродуктивні 10- шпindelні автомати АЦС –10 Б .

Після розрахунку основного обладнання стрижнєвої ділянки студенти користуючись макетами цього обладнання, виконаного в масштабі 1:50, приступають до його розміщення на полігоні. При цьому слід пам'ятати, що величина площі стрижнєвого відділення залежить від серійності виробництва , габаритів стрижнів ,ного обладнання і складає 50 – 100 % площі формувального відділення.

РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ ФОРМУВАЛЬНО – ЗАЛИВАЛЬНО – ВИБИВНИХ ВІДДІЛЕНЬ

У формувальному відділенні виконуються операції формування, складання, заливки, охолодження та вибивання виливків, трудомісткість яких складає ет до 60 % від загальної трудомісткості виготовлення виливків.

Основні фактори, що забезпечують вибір методу формування, – характер виробництва, вага, габарити та клас точності виливків, рід металу, вид виробничої програми та потужність проектного цеху. Ливарні форми бувають разові та багаторазового використання. Разові форми діляться на об'ємні (піщані) та оболонкові (тонкостінні). Багаторазово використовуються (металеві) і оболонкові піщані форми застосовуються в основному при спеціальних способах лиття. Для виготовлення машинобудівних виливків найбільш поширені разові об'ємні піщані форми. Останні ділять на піщано – глинисті (сирі, що підсушуються і сухі) і піщано – самотвердні (СО₂ – процес, ПСС, ХТС, РСС). Застосування сирих піщано – глинистих форм дозволяє різко скоротити цикл виробничих виливків, капітальні вкладення, підвищити продуктивність при формуванні і вибивці. Сирі форми застосовуються для виливків вагою 500 – 1000 кг простої та середньої складності. У масовому та великосерійному виробництві виливки вагою до 500 кг рекомендується виготовляти у сирих формах, самостійних потоках вагою до 8,8 – 50 і 50 – 500 кг.

Головним умовою для сирих форми є густина набивання і мінімальний металостатичний тиск. Сира міцність форми, що отримана на пресових і струшувальних машинах, витримує металостатичний натиск, створюваний стовпом металу заввишки 700 – 800 мм.

У сухі і підсушені форми відливають середні і великі виливки зі значною за вагою та кількістю стрижнями, великим обсягом механічної обробки, вимагають високої якості металу і чистоти поверхні. При виборі методу виробництва виливків слід мати на увазі, що застосування сухих форм викликає потребу в сушильних печах, подовжує цикл виготовлення виливків, збільшує парк опок, площу цеху. Що в кінцевому результаті збільшує собівартість виливків.

Лиття в кокіль широко використовується в різних галузях промисловості для виливків масового, великосерійного та серійного виробництва ства з чорних та кольорових сплавів. В порівнянні з піщаною формою лиття у кокіль знижує трудомісткість виготовлення виливків на 30 – 40, а собівартість – на 15 – 25%.

Лиття під тиском застосовується у великосерійному та масовому виробництві дрібних і середніх за вагою виливків з кольорових сплавів забезпечує 3 – 5– й класи точності, 5 – 7– й класи чистоти поверхні і мінімальну товщину стінки виливки 1 мм. Економія металу в порівнянні з піщаний формою досягає 50 %, зниження трудомісткості до 5 разі, а у порівнянні з литтям у кокіль витрата металу знижується на 30 %, ємність до 2 разів.

Незважаючи на високі технічні показники виливків і велику продуктивність процесу, застосування лиття під тиском обмежується високою вартістю оснащення і тривалістю її виготовлення.

Лиття по виплавлених моделях застосовується для виготовлення дрібних і складних деталей з дорогих сплавів, що важко піддаються механічній обробці. У порівнянні з литтям у піщані форми лиття по виплавлених моделях забезпечує зниження ваги виливок на 30 – 50 % і в 3 – 4 рази знижує об'єм механічною обробки. У теперішній час по виплавлених моделях можна робити виливки вагою від 1 г до 100 кг з товщиною стінок від 0,15 до 1 мм і більше. Проте найчастіше цей метод використовується при виготовленні виливків вагою 50 – 500 г та довжиною до 100 мм . Лиття в оболонкові форми успішно застосовується в автомобільній, суднобудівній та ін. промисловостях. Процес механізується, автоматизується і застосовується для виливків чорних і кольорових сплавів. Точність розмірів виливки складає від $\pm 0,075$ до $\pm 0,25$ мм на кожні 150 мм довжини виробу (4 – 8– й класи точності та 4 – 6– й класи чистоти поверхні). Витрата на механічну обробку знижується на 25 % і більше, а в багатьох випадках механічна обробка може зводити ся до мінімуму. Мінімальна товщина стінок виливків до 2 мм Максимальна товщина стінок виливок з чавуну і стали 30 – 40 мм.

Порядок виконання роботи

Початок проектування формувального відділення є розбивка заданої номенклатури на вагові групи та аналіз вагових груп ллю вибору

раціонального методу виготовлення форм .

При розбивці на вагові групи можна, можливо користуватися табл. 20 (див. додаток).

Визначення річної кількості форм є основою розрахунку технологічного обладнання. Кількість виливків у формі приймають з технологічних карт. З урахуванням розподілу виливків по потоках розподіляють кількість разових форм, що виготовляються протягом року. Для цього заповнюють таблицю 22 (див. додаток).

Потреба в потокових та автоматичних лініях для розмірного ряду формувального ділянки визначають по формулі

$$N_{\text{розрах}} = \frac{K \cdot B_r}{\Phi \cdot q}$$

де B_r – Річна кількість форм, необхідних для заданої програми, шт.;

q – продуктивність автоматів ліній, форм / год;

Φ – дійсний річний фонд часу роботи лінії, год .

Технічні характеристики основних типів формувального обладнання наведено в табл 23 (див. додаток).

При виготовленні форм на формувальних машинах кількість наслідків – них розраховують по формулі

$$N_{\Phi} = \frac{B_r}{\Phi_c}$$

де N_{Φ} – кількість однотипних формувальних машин, шт.;

B_r – річне кількість напівформ даної ваговий групи, шт.;

Φ_c – час зміни підмодельних плит, год.

Розрахунки довжини охолоджувальної ділянки, тривалості витримки виливки у формі, установок для вибивання опок у разі виготовлення формна автоматичних лініях не виконують. Вони вибираються конструктивно з компоновок самих автоматичних ліній .

У всіх інших випадках розрахунки проводяться за довідковими даними. Провівши необхідні розрахунки, приступають до складання плану формувального відділення. Для цього використовують макети формувальних

ліній і іншого допоміжного обладнання.

Звіт повинен утримувати :

1. Індивідуальне завдання.
2. Таблиці з розрахунком річної кількості форм .
3. Розрахунок основного технологічного обладнання
формульовального відділення .

ДОДАТОК
Номенклатура виливок цехи сірого чавуну

Номер	Найменування деталі	Кількість деталей на замовлення, шт	Маса виливки		Матеріал виливки	Клас точності виливки	Клас і група виливки	Група складності виливки	Спосіб формування	Кількість моделей на плиті, шт.
			кг	т						
1	Кришка	400	0,6	0,2	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	П
2	Втулка	200	6,6	1,3	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
3	Плита	500	14,1	1	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
4	Плита	800	17	13,6	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
5	Плита	800	21	16,8	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	2
6	Напівкорпус	1000	17	17	СЧ 15	2	відп.	3	маш.	1
7	Кришка	500	4,2	2,7	СЧ 10	2	відп.	2	маш.	2
8	Кришка	500	7	3,5	СЧ 10	2	відп.	2	маш.	1
9	Кришка	500	1,6	0,8	СЧ 10	2	відп.	2	маш.	П
10	Кришка	2000	2,8	5,6	СЧ 10	2	відп.	2	маш.	1
11	Кришка	2000	1,2	2,4	СЧ 10	2	відп.	2	маш.	П
12	Кришка	2000	1,8	3,6	СЧ 10	2	відп.	2	маш.	П
13	Корпус	1700	19,8	33,7	СЧ 20	2	1 а /00	4	маш.	2
14	Таріль	1200	3	3,6	СЧ 20	2	1 а /00	3	маш.	2
15	Важіль	1200	0,85	1	СЧ 20	2	1 а /00	3	маш.	4
16	Кришка	5150	1,4	7,2	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	П
17	Корпус	20200	2,6	52,5	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	2
18	Шків	5150	28,5	146,8	СЧ 15	2	відп.	3	маш.	2
19	Колесо	5476	24,5	134,2	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	2
20	Шатун	5525	5	27,6	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	3
21	Ступиця	500	16	8	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	1
22	Підшипник	1000	2,9	2,9	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	П
23	Кришка	1000	1,4	1,4	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	П
24	Опора	500	4,5	2,25	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
25	Кришка	500	3,4	1,7	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
26	Корпус	500	44,8	22,4	СЧ 20	2	відп.	4	маш.	1
27	Кришка	500	2	1	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	П
28	Кришка	500	3,2	1,6	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	1
29	Кутник	21020	0	12,6	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	П
30	Гвинт регул.	21020	0,5	10,5	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	П
31	Клапан	21020	0,6	3,4	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	П
32	Блок	3500	51	199,5	СЧ 15	2	3б/відп	2	маш.	1
33	Заготівля	2000	14,5	29	СЧ 15	2	3б/відп	1	маш.	П
34	Напівмуфта	200	6	1,2	СЧ 20	2	2 а	1	маш.	П
35	Напівмуфта	600	3	1,8	СЧ 20	2	2 в	1	маш.	2

№	Найменування деталі	Кількість деталей на замовлення, шт	Маса виливки		Матеріал виливки	Клас точності виливки	Клас і група виливки	Група складності виливки	Спосіб формування	Кількість моделей на плиті, шт
			кг	т						
36	Напівмуфта	500	19,5	9,8	СЧ 20	2	2 в	1	маш .	1
37	Напівмуфта	760	4	3	СЧ 20	2	2 в	1	маш .	2П
38	Напівмуфта	500	15	7,5	СЧ 20	2	2 в	1	маш .	1
39	Фланець	200	30	6	СЧ 20	2	2 а	3	маш .	2
40	Фланець	500	10,4	5,2	СЧ 20	2	2 а	1	маш .	2
41	Корпус	600	3,2	13,7	СЧ 20	2	2 б	2	маш .	3
42	Напівмуфта	2920	3,7	10,8	СЧ 20	2	2 б	2	маш .	5
43	Фланець	3500	3	10,5	СЧ 20	2	3 б	3	маш .	1
44	Фланець	3500	3	31,5	СЧ 15	2	3 б	3	маш .	1
45	Корпус	13000	60	65,7	СЧ 15	2	3 б	4	маш .	1
46	Шків	300	10	3,2	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	2
47	Шків	300	15,2	4,6	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	1
48	Корпус	4365	13,4	58,5	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	4
49	Корпус	4000	7,1	28,4	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	1
50	Колесо	800	42	33,6	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	4
51	Напівмуфта	100	25	2,5	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	3
52	Напівмуфта	100	37	3,7	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	1
53	Напівмуфта	300	30	9	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	1
54	Напівмуфта	100	17	1,7	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	1
55	Напівмуфта	100	40,5	4,1	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	П
56	Маховик	250	60,5	15,1	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	2
57	Шків	40	96	3,8	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	1
58	Стійка	120	52	6,3	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	1
59	Кришка	240	6,8	1,63	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	2
60	Корпус	150	10,1	1,5	СЧ 15	2	відп .	4	маш .	1
61	Фланець	120	7,8	0,9	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	1
62	Кронштейн	300	3,6	1,1	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	4
63	Заготівля	1100	3,5	3,85	СЧ 15	2	3б/відп .	1	маш .	3
64	Заготівля	500	4,5	2,25	СЧ 15	2	3б/відп .	1	маш .	П
65	Заготівля	200	6,5	1,3	СЧ 15	2	3б/відп .	1	маш .	П
66	Заготівля	200	8,6	1,12	СЧ 15	2	3б/відп .	1	маш .	П
67	Заготівля	100	10,5	1	СЧ 15	2	3б/відп .	1	маш .	П
68	Заготівля	200	14,5	2,9	СЧ 15	2	3б/відп .	1	маш .	П
69	Корпус	180	32	5,76	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	2
70	Каретка	490	54	26,5	СЧ 20	2	2б/ о . а	3	маш .	1

Номер	Найменування деталі	Кількість деталей на замовлення, шт	Маса		Матеріал виливки	Клас точності виливки	Клас і група виливки	Група складності виливки	Спосіб формування	Кількість моделей на плиті, шт
			кг	т						
71	Корпус	515	45	25,9	СЧ 15	2	2а/відп	4	маш .	2
72	Корпус	400	12	4,8	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	П
73	Втулка	200	6,6	1,3	СЧ 20	2	відп .	1	маш .	П
74	Кришка	200	0,5	0,1	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	П
75	Корпус	200	4,2	0,8	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	П
76	Корпус	200	8,5	1,7	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	П
77	Корпус	200	5	1	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	1
78	Кришка	200	1,2	0,2	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	П
79	Кабеледерж .	48000	1	48	СЧ 10	2	3 а	3	маш .	П
80	Кабеледерж .	80000	1,5	120	СЧ 15	2	3 а	3	маш .	4
81	Кабеледерж .	48000	2	96	СЧ 10	2	3 а	3	маш .	3– В, 3– Н
82	Кабеледерж .	20000	3,3	66	СЧ 10	2	3 а	3	маш .	3
83	Кабеледерж .	500	1	0,5	СЧ 10	2	3 а	3	маш .	П
84	Кабеледерж .	500	1,5	0,75	СЧ 15	2	3 а	3	маш .	4
85	Кабеледерж .	500	2	1	СЧ 10	2	3 а	3	маш .	3– В, 3– Н
86	Кабеледерж .	500	3,3	1,65	СЧ 10	2	3 а	3	маш .	3
87	Кабеледерж .	1000	2	2	СЧ 15	2	3 а	3	маш .	3– В, 3– Н
88	Кабеледерж .	500	3,3	1,65	СЧ 15	2	3 а	3	маш .	3
89	Корпус	3600	13,6	49	СЧ 15	2	відп .	4	маш .	1
90	Вантаж	2000	3	6	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	П
91	Корпус	100	38	3,8	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	2
92	Блок	100	16,5	1,6	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	1
93	Санки	100	5,5	0,6	СЧ 20	2	відп .	1	маш .	П
94	Напівмуфта	100	9,99	1	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	П
95	Напівмуфта	100	6,1	0,6	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	П
96	Шків	100	13	1,3	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	1
97	Шків	150	10,5	1,6	СЧ 20	2	відп .	3	маш .	1
98	Напівмуфта	100	12,8	1,3	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	2
99	Важіль	300	10,2	3,1	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	П
100	Кришка	150	29,5	4,4	СЧ 15	2	відп .	4	маш .	2
101	Кронштейн	400	10	4	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	3
102	Вантаж	9000	28	254,8	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	3
103	Заготівля	76	6,6	0,5	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	П
104	Заготівля	48	10,6	0,5	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	П
105	Заготівля	500	18	10	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	2
106	Дуга	190190	9,99	1900	СЧ 15	2	відп .	4	маш .	3
107	Губка невід .	12000	5,4	64,8	СЧ 20	2	б / від	2	маш .	3
108	Губка підв .	12000	4,5	64	СЧ 20	2	б / від	2	маш .	4

Номер	Найменування деталі	Кількість деталей на замовлення , шт	Маса виливки		Матеріал виливки	Клас точності виливки	Клас і група виливки	Група складності виливки	Спосіб формування	Кількість моделей на плиті , шт .
			кг	т						
109	Корпус	12000	2,7	32,4	СЧ 20	2	3б/відп	2	маш .	5
110	Шків	300	10,6	3,2	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	2
111	Корпус	300	6,6	2	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	4
112	Напівмуфта	6000	15,6	93,6	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	2
113	Напівмуфта	6000	11,2	67,2	СЧ 20	2	відп .	1	маш .	П
114	Корпус	3000	3,8	11,4	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	5
115	Маховик	8000	10	60	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	4
116	Кришка	2380	73,5	174,9	СЧ 20	2	відп .	3	маш .	1
117	Кришка	4300	31,5	135,5	СЧ 20	2	відп .	3	маш .	2
118	Корпус	23000	78	1656	СЧ 15	2	3 б	4	маш .	1
119	Кришка	73000	40	2920	СЧ 15	2	3 б	4	маш .	2
120	Кришка	7300	56	401	СЧ 15	2	3 б	4	маш .	1
121	Кришка підш .	24620	3,8	93,2	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	4
122	Корпус насосу	15000	9,9	148,5	СЧ 15	2	відп .	4	маш .	1
123	Ротор	5000	4,3	21,5	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	П
124	Корпус Фільт	24520	5,6	137,3	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	3
125	Кришка глуха	16000	2,3	34,5	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	П
126	Напівмуфта	2100	56,6	118,9	СЧ 15	2	2в/відп	1	маш .	1
127	Вантаж	200	23	4,6	СЧ 15	2	3б/відп	1	маш .	П
128	Підшипник	4000	1	4	СЧ 15	2	3б/відп	2	маш .	П
129	Блок	4000	2,3	9,2	СЧ 15	2	3б/відп	2	маш .	3
130	Блок	6000	2,6	15,6	СЧ 15	2	3б/відп	2	маш .	3
131	Блок	2000	2,7	5,4	СЧ 15	2	3б/відп	2	маш .	3
132	Блок	4000	3,62	14,4	СЧ 15	2	3б/відп	2	маш .	4
133	Ступиця	500	16	8	СЧ 20	2	відп .	3	маш .	1
134	Кришка	500	2,4	1,2	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	П
135	Кришка	500	35	17,5	СЧ 20	2	відп .	4	маш .	1
136	Кришка	1000	2,4	2,4	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	П
137	Кришка	500	2,9	1,5	СЧ 20	2	відп .	2	маш .	1
138	Шків	500	2,4	33,4	СЧ 20	2	відп .	3	маш .	1
139	Склянка	500	10	5	СЧ 20	2	відп .	3	маш .	1
140	Кришка	500	3,4	1,7	СЧ 20	2	відп .	3	маш .	П
141	Шків	500	54,4	21,2	СЧ 20	2	відп .	3	маш .	1
142	Грузик	500	2,6	1,3	СЧ 20	2	відп .	1	маш .	П
143	Грузик	500	5,2	2,6	СЧ 20	2	відп .	1	маш .	П
144	Грузик	500	0,6	0,3	СЧ 20	2	відп .	1	маш .	П

Номер	Найменування деталі	Кількість деталей на замовлення, шт	Маса виливки		Матеріал виливки	Клас точності виливки	Клас і група виливки	Група складності виливки	Спосіб формування	Кількість моделей на плиті, шт.
			кг	т						
145	Грузик	500	1	0,5	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
146	Ковпак	1000	1,2	1,2	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	П
147	Штурвал	500	1	0,5	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	П
148	Барабан	500	8,6	4,3	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
149	Корпус	500	1	0,5	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	П
150	Кришка	15300	1,6	24,5	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	П
151	Кришка	5475	0,7	3,8	СЧ 15	2	відп.	3	маш.	П
152	Корпус	5100	3,45	17,6	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	3
153	Гайка	5100	0,8	4,1	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	П
154	Колесо перед.	10200	3,1	31,6	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	3
155	Патрубок з'єдн.	8500	1,6	13,6	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	4
156	Грінбуksа	5100	4,16	21,2	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	2
157	Заготівля	307	6,5	2	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	П
158	Заготівля	190	10,5	2	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	П
159	Заготівля	59	41	2,4	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	П
160	Заготівля	45	44,5	2	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	П
161	Плита	300	4,9	1,5	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	1
162	Плита	300	6,1	2	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
163	Плита	300	8,2	2,5	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
164	Плита	300	9,9	3	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
615	Плита	500	9,9	5	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	П
166	Корпус	2300	3,9	8,97	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	4
167	Фланець	2300	4,9	11,27	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	2
168	Напівмуфта	400	4	1,6	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	4
169	Кришка	800	10,4	8,3	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	1
170	Корпус	400	9	1,2	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	2
171	Напівмуфта	400	5,2	2,1	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	3
172	Кришка	400	2	0,8	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	4
173	Плита	800	7,7	6,2	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	П
174	Станіна	800	16,8	13,4	СЧ 15	2	відп.	3	маш.	2
175	Шатун	800	4,2	3,4	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	2
176	Корпус	800	2,4	1,9	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	5
177	Шестерня	800	4,1	3,3	СЧ 15	2	відп.	3	маш.	1
178	Кронштейн	200	22	4,4	СЧ 20	2	2а/відп.	3	маш.	1
179	Кронштейн	200	22,3	4,5	СЧ 20	2	2а/відп.	3	маш.	П
180	Корпус	6000	35	210	СЧ 15	2	3б/відп.	4	маш.	2

Номер	Найменування деталі	Кількість деталей на замовлення , шт	Маса вилівки		Матеріал вилівки	Клас точності вилівки	Клас і група вилівки	Група складності вилівки	Спосіб формування	Кількість моделей на плиті , шт .
			кг	т						
181	Фланець	7700	2	15,4	СЧ 15	2	3 в	1	маш .	4
182	Веделка	7700	0,8	6,2	СЧ 15	2	3 б	3	маш .	П
183	Клямка	15900	0,25	4	СЧ 15	2	3 а	2	маш .	П
184	Фланець	8300	1,9	15,8	СЧ 20	2	2 а	3	маш .	6
185	Плита	8300	17,9	148,6	СЧ 15	2	2 а	2	маш .	1
186	Корпус	8300	6,5	53,9	СЧ 15	2	2 а	4	маш .	2
187	Кришка	8300	10,7	88,8	СЧ 15	2	3 а	1	маш .	1
188	Фланець	7500	5,6	42	СЧ 20	2	3 б	3	маш .	3
189	Колесо	8500	3,3	28	СЧ 20	2	1 б	1	маш .	4
190	Лімб	8500	10,2	86,7	СЧ 15	2	3 в	2	маш .	1
191	Кришка	8500	6,1	51,9	СЧ 15	2	3 а	2	маш .	1
192	Корпус	8500	7,2	61,2	СЧ 15	2	3 а	3	маш .	2
193	Веделка	13250	0,95	12,6	СЧ 15	2	1 б	3	маш .	9
194	Веделка	13250	1,6	21,2	СЧ 15	2	1 б	3	маш .	5
195	Веделка	13200	1,4	18,5	СЧ 15	2	1 б	3	маш .	П
196	Кабеледерж .	5000	1	5	СЧ 15	2	3 а	3	маш .	П
197	Кабеледерж .	10000	1,5	15	СЧ 15	2	3 а	3	маш .	4
198	Кабеледерж .	15000	2	30	СЧ 15	2	3 а	3	маш .	3-Н,3-В
199	Блок	1500	57	85,5	СЧ 15	2	відп .	4	маш .	1
200	Ступиця	100	15	1,5	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	1
201	Ступиця	50	30,5	1,5	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	2
202	Заснування	2500	14,8	37	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	1
203	Кришка підш .	2500	6,5	16,3	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	П
204	Кришка підш .	1250	5,5	6,9	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	П
205	Заснування	1250	11,5	14,4	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	1
206	Блок	2200	6,6	14,5	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	1
207	Вкладиш	11280	3,5	39,5	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	4
208	Вкладиш	10000	7	70	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	2
209	Вкладиш	40000	2,5	100	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	4
210	Вкладиш	28000	5	140	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	2
211	Вкладиш	1000	7	7	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	2
212	Вкладиш	6000	6	36	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	2
213	Корпус Фільт .	61000	3,7	225,7	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	2-Н,3-В
214	Опора	1300	29	37,7	СЧ 20	2	2 а/від	3	маш .	1
215	Шків	400	37	14,8	СЧ 20	2	3 а	2	маш .	1
216	Шків	400	36	14,4	СЧ 20	2	2 а	2	маш .	1
217	Санки	650	27,5	17,9	СЧ 20	2	2 а	4	маш .	1

Номер	Найменування деталі	Кількість деталей на замовлення, шт	Маса виливки		Матеріал виливки	Клас точності виливки	Клас і група виливки	Група складності виливки	Спосіб формування	Кількість моделей на плиті, шт.
			кг	т						
218	Поршень	200	72	14,4	СЧ 20	2	1 а	3	маш .	1
219	Поршень	400	97	38,8	СЧ 20	2	1 а	3	маш .	1
220	Поршень	230	87	20	СЧ 20	2	1 а	3	маш .	1
221	Кришка	230	46,5	10,7	СЧ 20	2	1 а	3	маш .	1
222	Диск натиск .	230	30,5	7	СЧ 20	2	1 а	3	маш .	1
223	Диск натиск .	250	59	14,8	СЧ 20	2	1 а	3	маш .	1
224	Стінка передня	30000	2,6	78	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	1
225	Кришка	30000	7,8	234	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	1
226	Стінка ліва	30000	6,4	192	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	1
227	Стінка задня	30000	3,1	93	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	1
228	Колосник	30000	4,8	144	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	1
229	Заснування	30000	11,4	342	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	1
230	Конфорка	30000	0,5	15	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	4
231	Двері нижня	30000	0,45	13,5	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	2П
232	Конфорка	30000	0,75	22,5	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	2
233	Двері верхня	30000	0,96	28,5	СЧ 10	2	відп .	2	маш .	2
234	Екран	30000	0,58	17,4	СЧ 10	2	відп .	1	маш .	1
235	Відбивач	30000	1,4	42	СЧ 10	2	відп .	1	маш .	1
236	Перегородка	30000	1,4	42	СЧ 10	2	відп .	1	маш .	П
237	Колодка	13300	1,6	121,8	СЧ 10	2	відп .	3	маш .	5
238	Прес	40000	3,5	140	СЧ 10	2	відп .		маш .	1
239	Склянка	1950	25,5	49,7	СЧ 15	2	2а/відп	2	маш .	1
240	Склянка	6300	21,4	134,8	СЧ 15	2	2а/відп	3	маш .	3
241	Склянка	4350	13,6	59,2	СЧ 15	2	2а/відп	3	маш .	2
242	Склянка	70	14,8	1	СЧ 15	2	2а/відп	3	маш .	2
243	Кришка	3240	0,5	1,6	СЧ 15	2	відп .	1	маш .	П
244	Стійка	13000	4	52	СЧ 15	2	відп .	3	маш .	3
245	Кришка	80000	1	80	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	7
246	Кришка	18000 0	1,1	198	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	7
247	Стійка	68439	7,5	513,3	СЧ 15	2	відп .	4	маш .	2
248	Кришка	68439	2,45	167,7	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	4
249	Санки	30560	12,3	375,9	СЧ 15	2	3 а/про	3	маш .	1
250	Боковина	17680	15	265,5	СЧ 15	2	відп .	2	маш .	1
251	Опора пазурів	8840	32,5	287,3	СЧ 15	2	2б/о . о	4	маш .	3
252	Корпус під .	1400	26	36,4	СЧ 15	2	1а/відп	3	маш .	1
253	Корпус	3750	110	421,5	СЧ 15	2	3б/відп	4	маш .	1
254	Кришка	3750	115	431,2	СЧ 15	2	3б/відп	4	маш .	1

Номер	Найменування деталі	Кількість деталей на замовлення, шт	Маса виливки		Матеріал виливки	Клас точності виливки	Клас і група виливки	Група складності виливки	Спосіб формування	Кількість моделей на плиті, шт.
			кг	т						
255	Плита	1724	58	100	СЧ 20	2		2	кокіль	
256	Баласт	1538	260	400	СЧ 15	2		1	кокіль	
257	Фланець	2300	8,9	20,5	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	4
258	Ступиця	2300	1,3	3	СЧ 20	2	відп.	4	маш.	3
259	Фланець	3100	13	40,3	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	1
260	Ступиця	3100	3,2	9,9	СЧ 20	2	відп.	4	маш.	3
261	Фланець	3400	18,5	62,9	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	1
262	Ступиця	3500	6,4	22,4	СЧ 20	2	відп.	4	маш.	2
263	Ступиця	1100	16,6	18,3	СЧ 20	2	відп.	3	маш.	1
264	Корпус	200	44	8,8	СЧ 20	3	відп.	4	маш.	1
265	Корпус	60	78,32	4,7	СЧ 20	2	2 а	4	маш.	1
266	Каретка	60	75	4,5	СЧ 20	2	2 б	3	маш.	1
267	Кришка	8000	4	32,8	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	2
268	Корпус	4000	32,7	130,8	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	3
269	Напівмуфта	100	5,2	0,5	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	3
270	Напівмуфта	100	4	0,4	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	4
271	Напівмуфта	400	7	2,8	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	2
272	Напівмуфта	400	6	6,3	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	П
273	Напівмуфта	350	9	3,2	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	П
274	Кришка	1500	4,2	6,3	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	2
275	Напівмуфта	400	14,5	5,8	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	7
276	Напівмуфта	100	16,2	1,6	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	1
277	Напівмуфта	100	19,3	1,9	СЧ 20	2	відп.	1	маш.	7
278	Напівмуфта	180	21,4	3,8	СЧ 20	2	відп.	2	маш.	1
279	Стійка	3400	68,5	232,9	СЧ 20	2	відп.	4	маш.	
280	Кришка	1388	144	200	СЧ 20	2	відп.	4	маш.	
281	Шків	7000	10	70	СЧ 15	2	відп.	3	маш.	1
282	Блок	7000	7,4	31,8	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	2
283	Напівмуфта	6855	16,5	113,1	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	1
284	Напівмуфта	6855	7,8	53,5	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	П
285	Вкладиш	30000	6,6	198	СЧ 15	2	відп.	1	маш.	П
286	Черевик	13710	4,6	63,1	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	3
287	Блок	4000	9,8	39,2	СЧ 15	2	відп.	3	маш.	1
288	Штурвал	300	9	2,7	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	1
289	Колодка	4500	3,4	16,3	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	3
290	Диск	7850	14,4	113	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	1
291	Диск	7850	11,6	91,1	СЧ 15	2	відп.	2	маш.	1

Таблиця 1

Виливки	Виливки з чорних сплавів при виробництві		Виливки з легень сплавів у метал – особисті форми		Виливки з івжких кольорових сплавів
	Серійне , дрібносерійне одиничне, шт.	Масове та крупносерійне, шт.	Під тиском	В кокіль	
Дрібні	Менш 100	Менш 10	Менш 0,2	Менш 0,1	Менш 0,1
Середні	1 000	50	1,0	6,0	0,5
Великі	5 000	500	6,0	25,0	5,0
Важкі	20 000	Більше 500	Більше 6,0	Більше 25,0	–
Особливо важкі	Більше 20 000	–	–	–	–

Таблиця 2

Групи по масі ,кг	Річне число виливок одного найменування (Шт .) при виробництві				
	Одиничне, менше	Дрібно серійне	Серійне	Крупносерійне	Масове, більше
Менш 8	500	501 – 6 000	6 001 – 30 000	30 001 – 200 000	200 001
8 – 20	300	301 – 3 000	3 001 – 15 000	15 001 – 100 000	100 001
20 – 50	200	201 – 2 500	2501 – 10 000	10 001 – 60 000	61 001
50 – 100	150	151 – 2 000	2 001 – 8 700	8 701 – 53 000	53 001
100 – 250	95	96 – 1400	1 401 – 7 000	7 001 – 37 500	37 500
250 – 500	75	76 – 1 000	1 001 – 4 500	4 501 – 25 000	25 001
500 – 1 000	50	51 – 600	601 – 3 000	3 001 – 20 000	20 001
1 000 – 2 000	40	41 – 400	401 – 2 000	2 001 – 13 500	13 500

Таблиця 3

Група по масі, кг	Річне кількість виливок одного найменування (Шт .) при виробництві				
	Одиничне, менше	Мілкосе – рійне	Серійне	Крупносе – рійне	Масове, більше
Лиття під тиском					
До 0,63	10 500	10 501 – 160 000	160 001 – 800 000	800 001 – 1 000 000	1 000 001
0,63 – 0,10	10 000	10 001 – 120 000	120 001 – 600 000	600 001 – 800 000	800 001
0,10 – 0,25	9 000	9 001 – 90 000	90 001 – 450 000	450 001 – 600 000	600 001
0,25 – 0,63	6 500	6 501 – 75 000	75 001 – 375 000	375 001 – 500 000	500 001
0,63 – 1,00	4 000	4 001 – 60 000	60 001 – 300 000	300 001 – 400 000	400 001
1,01 – 2,50	3 000	3 001 – 45 000	45 001 – 225 000	225 001 – 300 000	300 001
2,50 – 4,00	2 500	2 501 – 30 000	30 001 – 150 000	150 001 – 200 000	200 001
4,00 – 10,00	1 600	1 601 – 20 000	20 001 – 75 000	75 001 – 100 000	100 001
10,00 і >	650	651 – 7 000	7 001 – 35 000	35 001 – 50 000	50 001
Лиття в кокіль					
До 0,25	500	501 – 4 000	4 001 – 20 000	20 001 – 100 000	100 001
0,25 – 0,63	360	361 – 375	3 751 – 15 000	15 001 – 70 000	70 001
0,63 – 1,00	230	231 – 2 500	2 501 – 10 000	10 001 – 40 000	40 001
1,00 – 2,50	160	161 – 1 550	1 551 – 6 000	6 001 – 20 000	20 001
2,50 – 10,00	110	111 – 1 100	1 101 – 3 000	3 001 – 12 000	12 001
10,00 – 25,00	50	51 – 600	601 – 1 500	1 501 – 8 000	8 001
25,00 – 63,00	45	46 – 450	451 – 1 200	1 201 – 6 000	6 001

Таблиця 4

Справжній (розрахунковий) річний фонд часу роботи обладнання

Устаткування	При одній зміні		При двох змінах		При трьох змінах	
	Втрати від номінального фонду часу, %	Справжній річний фонд часу, год	Втрати від номінального фонду часу, %	Справжній річний фонд часу, год	Втрати від номінального фонду часу, %	Справжній річний фонд часу, год
Ливарне обладнання :						
Цехів дрібносерійного і серійного виробництва	2	2030	4	3975	5	5900
Цехів великосерійного та масового виробництва	–	–	5	3975	7	5775
Особливо велике і складне (піско – гідрокамери , механізовані дробометні камери і струси – столи вантажопідіймно – _ сть 10 т)	–	–	9	3770	11	5525
Вагранки (блок з двох штук з обліком щоденного ремонту)	–	2070	–	4140	–	6490
Закриті вагранки з підігрівом дугтя і очищенням газів при одному підігрівачі на дві вагранки	2	2030	6	3890	10	5840
Автоматизовані формувальні – ні і стрижневі лінії	–	–	12	3645	14	5340
Автоматизовані абразивні лінії для очищення лиття	–	–	10	3725	12	5465
Дугові електропечі для плавки сталі і чавуну місткістю , т :						
0,5 – 1,5	4	1985	6	3890	–	–
3,0 – 6,0	–	–	6	3890	10	5840
12,0 – 25,0	–	–	6	3890	11	5775
50,0	–	–	–	–	13	7620

Закінчення табл.4

Устаткування	При одній зміні		При двох змінах		При трьох змінах	
	Втрати від номінального фонду часу, %	Справжній річний фонд часу, год	Втрати від номінального фонду часу, %	Справжній річний фонд часу, год	Втрати від номінального фонду часу, %	Справжній річний фонд часу, год
Індукційні печі підвищеної частоти для плавки сталі місткістю, т :						
0,06 – 2	4	1985	6	3890	–	–
6,0 – 25	–	–	7	3890	12	5710
Індукційні печі промислової частоти для плавки або підігріву та розливу чавуну місткістю, т :						
до 2,5	3	2010	–	3975	6	6100
до 25	–	–	6	3890	10	5840
Печі плавильні для мідних сплавів	3	1775	4	3510	6	5160
Печі плавильні для алюмінію – нієвих і інших легень сплавів	3	2010	4	3975	6	5840
Печі термічні з режимом роботи :						
безперервним	–	–	–	–	11	7800
тривалим	–	–	–	–	10	7710
Печі термічні з коротким циклом роботи :						
механізовані	–	–	6	3890	10	5840
немеханізовані	–	–	4	3975	6	5840

Таблиця 5

Найменування обладнання	Коефіцієнт використання основного обладнання К	
	Серійне та дрібносерійне виробництво	Поодинокі виробництва
Плавильне : вагранки, елекпечі	0,75 – 0,85	0,70 – 0,80
Сумішопідготовчий відділ	0,65 – 0,75	0,60 – 0,70
Формувальний	0,70 – 0,80	0,65 – 0,75
Стрижневий	0,65 – 0,75	0,60 – 0,70
Гідрокамери дробометні камери , очисні барабани	0,70 – 0,80	0,65 – 0,75

Таблиця 6

Марка сплаву	Придатні виливки		Літники , слив і брак		Рідкий метал		Чад і втрати		Металеві – ська завалка	
	%	т / рік	%	т / рік	%	т / рік	%	т / рік	%	т / рік
РАЗОМ										

Таблиця 7

Середній чад і безповоротні втрати в плавильних печах

Рід металу	Плавильний агрегат	Чад і безповоротні втрати , %	
		Основний процес	Кислий процес
Сірий чавун	Вагранка Індукційна піч	–	5
		–	2
Ковкий чавун	Вагранка	–	6
	Вагранка + ел . піч	–	8
Сталеве лиття	Мартенівська пекти	6	8
	Електропіч	4	5
	Мартенівська пекти + ел . піч	6	7
	Вагранка + конвертер + ел . піч	18	20
	Індукційна піч	2	3

Середній вихід придатного лиття для різних галузей промисловості

Таблиця 8

Матеріали	Галузь промисловості							
	Важке машино – будован-ня	Станко будува вання	Машинобу дування	Трактор – не та с / г будування	Автомо – більне – будування	Радіо – техні – чна	Електро – технічно	Будівель на
Сірий чавун :								
Загальний для дрібного , середнього і великого лиття	75	70	68	67	66	65	68	76
Дрібне лиття	66	60	68	60	58	59	58	69
Середнє лиття	69	65	63	65	65	66	67	75
Велике лиття	77	73	71	70	69	68	72	78
Модифікований чавун :	73	67	66	65	65	63	66	70
Високоміцний чавун	68	55	65	66	65	–	64	68
Ковкий чавун (вагранка + ел . печ)	–	–	48	47	60	–	–	–
Сталь вуглецева з ел . печі :								
Дрібне лиття	56	58	52	55	52	–	46	56
Середнє лиття	62	58	57	60	54	–	50	60
Велике лиття	68	60	60	–	–	–	–	62
Сталь легована з ел . печі :								
Дрібне лиття	54	48	46	54	60	–	45	52
Середнє лиття	58	52	50	58	62	–	48	57
Велике лиття	62	–	–	–	–	–	–	60
Сталь малого безсемера :								
Дрібне лиття	47	45	48	–	–	–	–	48
Середнє лиття	52	48	54	–	–	–	–	52

Таблиця 9

Тип печі або основний параметр (вмістність, т)	Діапазон потужності, т/год	Встановлена потужність, кВт (кВ А)	Витрата палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт ч/т	Металургійні показники
Вагранки закритого типу, коксові				
95111	4 – 6	400	Кокс 100 – 140 Кокс + прирідний газ 80–120+30–40	Температура випуску металу 1400–1550 ⁰ С Чад і безповоротні втрати 2,5 – 4,5 % Розхід вапняку 2,5 – 4%
95112	6 – 9	400		
95113	10 – 15	500		
95114	15 – 22	1500		
95115	25 – 32	1500		
Індукційні тигельні печі промислової частоти				
ІЛТ–1/04	0,4	400	Електроенергія 650 – 700	Температура металу 1400–1550 ⁰ С, чад та безповоротні втрати 2 – 4% (до 8% при застосуванні у шихті стружки)
ІЛТ–2,5/1	1,25	1000	650 – 700	
ІЛТ–6/1,6	1,9	1600	600 – 650	
І ЩО–10/2,5	3,1	2500	600 – 650	
І ЩО–16/2,5	3,5	2500	600 – 650	
І ЩО–12,5/5,6	11,3	5600	600 – 650	
Індукційні каналні міксери для перегріву і витримки розплавленого чавуну				
ІЧКМ–2,5	5,9	630	Електроенергія 30 – 40	Температура металу 1500 °С Зміна хімічного складу при витримці незначно
ІЧКМ–4	11,9	630		
ІЧКМ–6	11,9	630		
ІЧКМ–10	24,6	1260		
ІЧКМ–16	24,5	1260		
ІЧКМ–25	46,8	2520		
ІЧКМ–40	46,8	2000		
ІЧКМ–60	98,0	4000		
ІЧКМ–100	98	4000		

Тип печі або основний параметр (вмісткість, т)	Діапазон продуктивності, т / год	Установлені на потужність, кВт (кВ А)	Витрата палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт ч / т	Металургійні показники
Дугові електропечі прямого дії змінного струму для чавуну				
Номинальна вмісткість печі, т	1,65	2000	Електроенергія 550 – 575	Температура металу 1600 °С . Чад металу та безповоротні втрати 4 – 6%
3				
6	2,8	4000	550 – 575	
12	5,1	8000	550 – 575	
25	8	12500	500	
Дугові електропечі постійного струму для чавуну				
ДЧПТ –12 I	1,0	8,0	Електроенергія 500	Чад металу і безповоротні втрати 3 – 5%
ДЧПТ – 25 I 1	25	16	500	
Індукційні каналні печі для плавки чавуну				
Місткість печі, т	3,9	2000	Електроенергія 500 – 550	Чад металу і безповоротні втрати 2 – 3%
6				
10	7,25	4000		
25	–	5000		
Магнітодинамічні насоси				
МД –3 год –1,6	1,6	200	Електроенергія 110 – 150	–
МД –3 год –2,5	2,5	200		
МД –6 год –4	4,0	200		
МД –6 год –6,3	6,3	200		
Індукційні тигельні печі підвищеною частоти для сталі				
ІСТ –0,06	0,05	80	Електроенергія 1000 – 1150	Температура металу 1700 °С Чад і безповоротні втрати 5 – 7 % . Хімічний склад практично не змінюється
ІСТ –0,16	0,1	140	1000 – 1150	
ІСТ –0,25	0,25	250	850 – 900	
ІСТ –0,4	0,26	350	850 – 900	
ІСТ –1	0,57	800	775	
ІСТ –2,5	1,75	2000	775	
ІСТ –6	3	2500	725	
ІСТ –10	3,5	4000	725	

Таблиця 10

Відомість витрати матеріалів на річний випуск

Матеріал	Річне кількість ,	Насипна густина ,т / м ³	Термін хра -няння , дн .	Кількість матеріалів на складі , т	Об`єм, т · м ³	Висота зберігання , м	Розрахункова площа , м ³
Метали							
Лом							
Літники і брак							
Стружка Паливо							
Флюси							
Вогнетриви							
Разом							
Формувальні матеріали							
Разом							

Таблиця 11

Норми площ цехових комор на 1 000 т випуску виливок, м²

Комора	Характер виробництва		
	Дрібносерійне та одиничне	Серійне і дрібносе- рійне	Масове і крупносе- рійне
Загальна цехова комора	1,8 – 2,2	1,3 – 1,7	0,6 – 0,8
Інструментальна комора обрубного відділення	2,3 – 2,7	1,5 – 1,9	0,8 – 1,0
Матеріальна комора відділення грунтовки	0,9 – 1,1	0,7 – 0,9	0,3 – 0,5
Комора цехового механіка і електрика	3,3 – 3,7	2,8 – 3,2	1,8 – 2,2
Усього	9,3 – 9,7	6,3 – 6,7	3,5 – 4,5

Таблиця 12

Основні дані для розрахунку складів формувальних і шихтових матеріалів

Матеріал	Запас зберігання, добу.	Об'ємна маса, т/м ³	Місце храненияя	Гранична висота зберігання, м
Пісок формувальний сухий	45 – 75	1,5	Засіки	10
Глина формувальна:				
Сира	60 – 90	1,8	Засіки	10
Суха мелена	30 – 45	1,5	Сіпос	20
Маршаліт, ферохромовий шлак, бентоніт, цемент	20 – 30	1,0	Майданчик	2
Тирса, торф'яна кришка	10 – 20	0,4	Засіки	3
Вогнетривкі вироби	20 – 45	1,8	Майданчик	2
Чавун чушковий, лом чавунний і сталевий	30 – 45	3,5 – 2,0	Засіки	4
Відходи власного виробництва (литники, обрізки, стружка та ін)	3 – 5	1,8 – 1,3	Засіки	4
Стружка привізна	10 – 15	1,0	Засіки	3
Феросплави	30 – 45	3,5 – 2,0	Майданчик	2
Флюси (вапняк, шлак мартенівський, плавіковий шпат)	30 – 45	1,7	Засіки	4
Кокс ливарний, вугілля кам'яний	30 – 45	0,5	Засіки	4
Кольорові метали та сплави	20 – 30	5,0 – 1,5	Штабель	2
Вогнетривкі порошки, розкислювачі	30 – 45	1,7 – 1,5	Майданчик	2

Таблиця 13

Норма розрахунку категорії складності ремонту обладнання ливарних цехів в ремонтних одиницях на 1000 придатних виливок

Випуск цехи, тис. т/р	Конвеєрні цехи				Кранові цехи	
	Виливки масою менше 100 кг		Виливки масою менше 2000 кг		Виливки масою більше 1000 кг	
	М	Е	М	Е	М	Е
10 – 20	0,20	0,14	0,15	0,10	0,14	0,15
20 – 30	0,19	0,14	0,14	0,10	0,13	0,15
30 – 40	0,18	0,14	0,12	0,09	0,12	0,14
40 – 60	0,16	0,14	0,10	0,09	0,10	0,13

Примітка . М – по механічній частині, Е – по електротехнічній частині. Для ливарних цехів, що мають у своєму складі електричні плавильні та термічні печі, застосовують підвищуючий коефіцієнт по електротехнічній частині.

Таблиця 14

Норми для розрахунку міжремонтного обслуговування обладнання в ремонтних одиницях

Професія робітників	Технологічне і підйомно–транспортне обладнання	
	М	Е
чергові слюсарі по обслуговуванню обладнання	350	–
Верстатники	1260	–
Змашувачі	790	–
чергові електрики	–	770

Таблиця 15

Норми площ цехових експрес–лабораторій

Вид сплаву	Потужність цеху, тис. т	Площа лабораторії, м ²	
		Хімічний і спектральний	формувальних матеріалів
Чавун	До 15	72	24
Чавун	До 30	72	36
Чавун	До 80	108	54
Сталь	До 15	72	24
Сталь	До 30	72	36
Сталь	До 80	108	54

Таблиця 16

Трудомісткість визначення експрес-аналізу сталі і чавуну

Сплав	Кількість елементів, визначених експрес-аналізом	Трудомісткість аналізу, люд. / год	Кількість аналізів від кожною плавки
Чавун	4 (C, Si, Mn, S)	0,4	При плавці в вагранці один два рази в година, дуплекс-процесом- три-чотири рази
Сталь вуглицева	3 (C, Si, Mn)	0,4	Три чотири рази
Сталь ле-гована	5 і більше (C, Mn, S, легуючи елементи)	0,7	Чотири п'ять раз

Таблиця 17

Технологічні групи стрижнів в серійному виробництві

Технологічні групи стрижнів	Максимальна маса стрижнів, кг	Максимальні габаритні розміри стрижневої скриньки, мм
I	2,5	320 × 250 × 150 × 300
II	6,0	400 × 320 × 230 × 400
III	16	630 × 500 × 445
IV	40	800 × 630 × 495
V	100	1000 × 800 × 555
VI	250	750 × 550 × 320
VII	600	1100 × 700 × 350
VIII	1000	1600 × 1100 × 500
IX	2 500	2350 × 1500 × 600

Таблиця 18

Розподіл стрижнів по групам і способам їх виготовлення

Технологічні групи стрижнів	Середня маса стрижнів, кг	Спосіб виготовлення	Кількість стрижнів, шт			
			У рік	на поточній лінії	на машині мод.....
.....						
.....						
РАЗОМ :						

Таблиця 19

Нормирозрахункового кількості стрижнів на 1 т придатного лиття для
серійного, дрібносерійного і одиничного виробництва

Групи стрижнів, кг (у дужках дм ³)		Норма штук (у дужках дм ³ суміші) для груп випуск по масі, кг					
Межі	Серед- ня ве- личина	0 – 20	20 – 100	10 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 5000
1,0 (0,5)	0,5 (0,3)	31,0 (9,3)	11,0 (3,3)	5,0 (1,5)	4,3 (1,3)	1,7 (0,5)	1,7 (0,5)
1,0 – 2,5 (0,6 – 1,5)	1,75 (1,05)	16,0 (16,7)	4,5 (4,7)	4,5 (4,7)	3,5 (3,7)	1,4 (1,5)	0,6 (0,6)
2,5 – 6,0 (1,5 – 3,5)	4,25 (2,5)	12 (30,6)	11 (28,0)	3,7 (9,5)	2,0 (5,1)	1,8 (4,6)	1,2 (3,0)
6,0 – 10,0 (3,5 – 6,0)	8,0 (4,75)	1,5 (7,0)	4,4 (21,0)	4,3 (20,0)	3,3 (16,0)	1,1 (15,3)	1,0 (4,8)
10,0 – 16,7 (6,0 – 10,0)	13,35 (8,0)	0,4 (3,0)	2,1 (16,8)	2,7 (21,6)	1,9 (15,5)	1,8 (14,0)	0,4 (3,2)
16,7 – 25,0 (10,0 – 15,0)	20,85 (12,5)	0,4 (5,0)	1,1 (13,8)	1,6 (18,8)	2,2 (27,5)	3,5 (44,0)	1,6 (20,0)
25,0 – 40,0 (15,0 – 24,0)	32,5 (19,5)	0,3 (5,9)	2,3 (45,0)	2,7 (52,6)	1,4 (27,3)	1,2 (23,4)	1,1 (21,4)
40,0 – 60,0 (24,0 – 36,0)	50,0 (30,0)	– –	0,5 (15,0)	2,1 (62,0)	1,8 (54,0)	1,0 (30,0)	0,7 (21,0)
60,0 – 100,0 (36,0 – 60,0)	80,0 (48,0)	– –	0,3 (14,4)	1,5 (72,0)	2,2 (106,0)	2,3 (110,0)	2,7 (130,0)

Таблиця 20

Група випуск по масі, кг	Розмір опоків світла, мм	Середня метало- ємність форми по масі придатних випуск, кг	Мінімальний роковий випуск виливків (тис.т/рік) для орга- нізації потоку
8	500x400x150/100	8	4,0
20	900x600x150/125	25	8,0
50	800x700x200/200	27	8,0
	1000x800x300/300	35	8,0
20 – 100	1200x1000x400/400	110	9,0
50 – 250	1400x1000x400/400	200	12,0
100 – 500	1600x1200x500/500	400	12,0

Таблиця 21

Тип машин, Модель	Максимальна маса стрижня, кг	Розміри стрижнево –го скриньки, мм	Продуктивність машин, знімань / год	Габарити машини, м	Встановлена потужність, кВт
Однопозиційна напів– автоматична авто 4544А	10,0	450 × 70 × × 400	15– 25	2,18 × 1,96 × × 2,66	24,0
Однопозиційна напів– автоматична машина 4720	40,0	800 × 150 × × 400	20– 30	2,55 × 3,5 × × 2,5	51,0
Двопозиційна напівав– томатична машина 4554 Б–2	2,5	220 × 75 × × 200	40– 60	1,66 × 1,36 × × 2,39	8,0
Двопозиційна напівав– томатична авто 4710	6,0	320 × 80 × × 250	40– 60	1,89 × 1,47 × × 2,39	16,0
Двопозиційна напівав– томатична авто 4705А	16,0	830 × 320 × × 100	35– 40	3,38 × 3,02 × × 2,8	41,0
Чотирьохпозиційна ав– томатична машина 4709А	25,0	630 × 600 × × 140	40– 90	3,97 × 3,3 × 2 × ,82	174,0
Восьмипозиційна ав– томатична авто 4532Б	1,0	200 × 40 × × 110	200– 360	2,3 × 2,33 × × 2,2	30,0
Восьмипозиційна ав– томатична авто 4701А	2,5	330 × 80 × × 200	150– 220	3,6 × 3,6 × × 2,29	56,0
Восьмипозиційна ав– томатична авто 4509А	6,0	400 × 300 × × 100	150– 180	4,08 × 3,15 × × 2,8	140
Восьмипозиційна ав– томатична машина 4509С	16,0	600 × 400 × × 100	140– 160	4,7 × 3,85 × × 2,9	140,0

Тип машин, Модель	Максимальна маса стрижня кг	Розміри стрижної скриньки , мм	Продуктивність машин , зніманий год	Габарити машини , м	Встановлена потужність , кВт
Комплекс обладнання для виготовлення стрижнів з ХТС 5УС6	6,0	400 × 300 × × 320	6–10	–	–
Комплекс обладнання для виготовлення стрижнів з ХТС УС250	250	1250 × × 1000 × × 450	8–12	–	–
Автоматизована стрижнева лінія з отвердженням в оснащенні Л40Х /4332 1112	50,0	800 × 630 × × 500	50,0	–	–
Автоматизована стрижнева лінія з отвердженням в оснащенні Л100Х/4332 1211	110	1000 × × 800 × 560	40,0	–	–
Лінія комплексна авто– матизована підвищеної надійності для виготовлення стрижнів масою до 100 кг ЛХ100/43321215	100	1000 × × 800 × 560	30,0	–	–
Стрижнева авто для виготовлення стрижнів з ХТС 4723	6,0	350 × 250 × × 320	80– 100	–	–
Десятипозиційна авто– матична машина для виготовлення оболонкових стрижнів АЦС –10Б	1,0	–	150– 240	4,66 × 2,42 × × 2,52	88,6
Однопозиційна автома– тична авто для виготовлення оболонкових стрижнів У–900	15,0	762 × 508 × × 500	80	4,16 × 1,86 × × 2,0	80,0

Таблиця 22

Визначення річного кількості форм

Номер деталі	Деталі представники	Марка металу	Число деталей на рік	Маса		Внутрішній роз-мір опоки, мм	Число виливок в формі	Маса виливок в формі, кг	Число форм в рік	Об'єм форм, м ³	
				Однією виливки, кг	на річну програму					Однією	на річну програму
	Поточна лінія № 1 і т.д.										

Таблиця 23

Характеристика машин, автоматичних ліній	Мо-дель, код	Розмір опоки, мм	Продуктивність, опок/год (т/год або м ³)
Машина формувальна пневматична струшувальна-пресова без повороту напівформи	22111	500 × 400	145
Те ж саме	22112	600 × 500	120
>> >>	22113	800 × 700	110
>> >>	22114	1000 × 800	90
Машина формувальна пневматична струшувальна-пресова з поворотом напівформи	22211	500 × 400	100
То ж	22212	600 × 500	100
>> >>	22213	800 × 700	80
>> >>	22214A	1000 × 800	75
Комплексна автоматична лінія формування, заливки та вибивання на базі трипозиційних чол-ночних струшувально-пресових формувальних автоматів для виготовлення виливок зі середньої масою до 50 кг	Л4500 (КВ 301)	1000 × 800	240
Комплексна автоматична лінія формування, заливки та вибивання на базі прохідних однопозиційних струшувально-пресових формувальних автоматів для виготовлення виливок зі середньої масою до 80 кг	ІФО-225	900 × 600	250

Характеристика машин, автоматичних ліній	Мо- дель, код	Роз- мір опоки , мм	Продукт ивність, опок/го д (т/год або м ³)
Комплексна автоматична лінія формування, заливки та вибивання на базі чотирипозиційних карусельних струшувально-пресових формувальних установок з комбінованим ущільненням для виготовлення виливків із середньою масою до 50 кг	СІФ- ЛИС -ІФ- ЛИС	800 × 700	360
Комплексна автоматична лінія формування і вибивання на базі прохідних однопозиційних пневморичажних формувальних прес-автоматів для виготовлення виливок зі середньою масою до 80 кг	ІЛ225	900 × 600	240
Комплексна автоматична лінія формування, складання форм в вертикальну стопку і вибивання на базі шестипозиційних пресових формувальних автоматів стопочного формування для виготовлення виливок зі середньою масою до 15 кг	АЛ101 2М	500 × 400	600 (при трьох автоматах, в т. год. один резервний)
Комплексна автоматична лінія формування, складання форм у вертикальну стопку та вибивання на базі шестипозиційних пресових формувальних автоматів стопочного формування для виготовлення виливок зі середньою масою до 30 кг	–	800 × 700	240x360 (при одному автоматі)
Комплексна автоматична лінія формування і вибивання на базі формувальних блок-ліній з прохідними однопозиційними струшувально-пресовими формувальними автоматами з комбінованим ущільненням для виготовлення виливок зі середньою масою до 50 кг	КЛ 91265С М	800 × 700	120 (при двох блок-лініях)
Комплексна автоматична лінія формування і вибивання на базі формувальних блок-ліній з чотирьохпозиційними карусельними струшувально-пресовими формувальними автоматами з комбінованим ущільненням для виготовлення виливок зі середньою масою до 10 кг	КЛ 22821	500 × 400	300 (при двох блок-лініях)
Комплексна автоматична лінія формування і вибивання на базі формувальних блок-ліній з чотирьохпозиційними карусельними струшувально-пресовими формувальними автоматами з комбінованим ущільненням для виготовлення виливок зі середньою масою до 50 кг	КЛ 22813	800 × 700	240 (при двох блок-лініях)

Автоматична лінія формування і вибивання на базі багатопозиційних струшувально-пресових формувальних установок з комбінованим ущільненням і "плаваючою" оснасткою для виготовлення товлення виливок зі середньої масою до 120 кг	Л650	100 × 800	120
--	------	-----------	-----

РЕКОМЕНДАЛЬНИЙ БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ПЕРЕЛІК

1. Проектування ливарних цехів /Г.Є.Федоров, М.М.Ямшинський, В.Г.Могилатенко, І.М.Гурія, І.О.Шинський. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. –Ч.1. – 588 с.
2. Проектування ливарних цехів /Г.Є.Федоров, М.М.Ямшинський, В.Г.Могилатенко, І.М.Гурія, І.О.Шинський. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. –Ч.2. – 316 с.
3. Сумцов В.П. Устаткування ливарних цехів. – К.: Віпол, 1993. – 552с.
4. Макаревич О. П. Виробництво виливків із спеціальних сталей / О. П. Макаревич, Г. Є. Федоров, Є. О. Платонов. – К. : Вид-во НТУУ «КПІ», 2005. – 712 с..
5. ДСТУ 3008–95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення
6. Туманський Б. Ф. Проектування ливарних цехів. – К : УМКВО, 1992. – 192 с.

Зміст

Загальні положення	3
<i>Практична робота № 1. РОЗРАХУНОК УСТАТКУВАННЯ</i> ПЛАВИЛЬНОГО ДІЛЯНКА	5
<i>Практична робота № 2. ПРОЕКТУВАННЯ</i> СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	10
<i>Практична робота № 3. ПРОЕКТУВАННЯ</i> ДОПОМОЖНИХ СЛУЖБ	14
<i>Практична робота № 4. РОЗРАХУНОК УСТАТКУВАННЯ</i> СТЕРЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ	17
<i>Практична робота № 5. РОЗРАХУНОК УСТАТКУВАННЯ</i> ФОРМУВАЛЬНО–ЗАЛИВАЛЬНО–ВИБИВНИХ ВІДДІЛЕНЬ	21
ДОДАТКИ	25
РЕКОМЕНДАЛЬНИЙ БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	49

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання
практичних робіт
з навчальної дисципліни “Проектування ливарних цехів”
для студентів денної та заочної форми навчання
за спеціальністю 131 Прикладна механіка
Українською мовою

Укладач
БЕРЛІЗЄВА Тетяна Вікторівна

Відповідальний за випуск
Роботу до видання рекомендувала

проф. *Акімов О. В.*
проф. *Пономаренко О. І.*

В авторській редакції

План 2024 р., поз. 59

Підп. до друку 2024 р. Гарнітура Times New Roman
Видавничий центр НТУ «ХП»,
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від
21.08.2017 р.

Електронна версія