

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

ДЕФЕКТИ ВИЛИВКІВ. ЧАСТИНА 1

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**з виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Ливарні сплави та технології плавки»**

для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка

Затверджено
Вченою радою НТУ «ХП»,
протокол № 5 від 28 травня
2021 року

Харків
НТУ «ХП»
2021

Дефекти виливків. Частина 1. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Ливарні сплави та технології плавки» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка рівня бакалавра / Упоряд. : К. О. Костик. - Харків: НТУ «ХП», 2021. – 36 с.

Укладач: К. О. Костик

Рецензент: О. В. Акімов

Кафедра ливарного виробництва

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка рівня бакалавра.

Лабораторні роботи являють собою невеликі дослідження, що дозволяють студентам більш детально ознайомитися з основними дефектами виливків першої та другої групи і методами їх визначення, вивчити особливості утворення дефектів з геометрії і поверхневих дефектів.

Кожна лабораторна робота містить перелік матеріалів, короткий виклад теоретичних відомостей і методів дослідження, порядок виконання, що допомагає студентам правильно і усвідомлено виконати практичну частину роботи і зробити висновки.

Мета методичних вказівок – допомогти студентам більш глибоко вивчити тему «Невідповідність за геометрією, дефекти поверхні виливків» з дисципліни «Ливарні сплави та технології плавки», розвинути навички самостійної роботи та наукового дослідження.

Крім основної мети, методичні вказівки спрямовані на розвиток інтересу до наукової діяльності, знайомство зі складною і різноманітною експериментальною технікою, що допоможе студентам в подальшому при виконанні дипломної роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕРШОЇ ГРУПИ ДЕФЕКТІВ «НЕВІДПОВІДНІСТЬ ПО ГЕОМЕТРІЇ» ВИЛИВКІВ ЗІ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА І КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

1.1. Мета роботи

1. Вивчити класифікацію першої групи дефектів виливків залежно від ступеня ураженості.
2. Визначити дефекти першої групи виливків зі сплавів на основі заліза і кольорових металів.

1.2. Основні положення

Дефектом називають кожен окрему невідповідність продукції встановленим вимогам. Виріб, що має хоча б один дефект, називають дефектним. Це означає, що як мінімум один з показників якості вилівки перевищив гранично допустиме значення. Виготовлені будь-яким способом вилівки контролюють за якістю, контроль здійснюють працівники ливарного цеху. Залежно від ступеня ураженості дефектами всі вилівки поділяють на чотири групи:

- *придатні*, які повністю відповідають всім встановленим вимогам технічної документації та стандартів;

- *умовно придатні*, що мають невеликі відхилення від встановлених вимог (малозначні дефекти), що не роблять істотного впливу на експлуатаційні показники вилівки або виробу в цілому; вилівки допускаються до подальшої обробки і використовуються за своїм призначенням з дозволу головних фахівців промислових підприємств після ретельної оцінки дефектів;

- *виправний брак* – це вилівки, що мають один або кілька усунених дефектів, після виправлення яких вони можуть бути допущені до подальшої обробки і використання за призначенням;

- *невиправний або остаточний брак* – це вилівки, що мають такі

дефекти, виправлення яких технічно неможливо або економічно недоцільно, або якість виправлення яких неможливо проконтролювати.

Забракуванню підлягають виливки, що мають хоча б один неусувний дефект. Усунення або неусуненість дефекту визначають стосовно до конкретних умов виробництва і ремонту.

Дефекти поділяються за різними ознаками. Наприклад, залежно від схильності дефектів до виявлення вони можуть бути явними і прихованими.


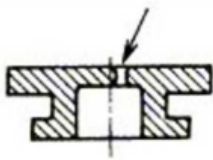
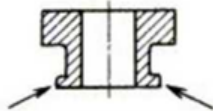
Явним є дефект, що виявляється при зовнішньому огляді (візуальному контролі), або дефект, для виявлення якого в нормативній документації передбачені відповідні інструментальні засоби і методики. Незважаючи на неможливість візуального виявлення, такий дефект є явним, так як при використанні запропонованої методики дефектоскопії він буде безумовно виявлений.

Прихований дефект – це дефект, що не виявляється при зазначених вище умовах і не виявляється передбаченої для контролю апаратурою. Приховані дефекти іноді виявляються в процесі механічної обробки виливків або в процесі експлуатації виробів, а також при додатковому дефектоскопічному контролі, які не передбачені в технологічних картах методами і засобами. Найбільш небажано і небезпечно, коли прихований дефект проявляється в процесі експлуатації виробу, що може викликати аварійну ситуацію.

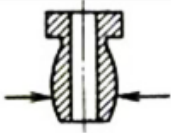
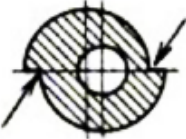
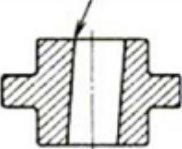
Згідно ГОСТ 19200-80 дефекти виливків з чавуну і сталі поділяють на п'ять основних груп (50 різновидів). В якості довідкових наведені іноземні еквіваленти стандартизованих термінів німецькою (D.), англійською (E.) і французькою (F.) мовами. Також прийнята термінологія широко використовується для виливків зі сплавів на основі алюмінію, магнію, титану та інших і тому розглядається як універсальна.

Перша група «Невідповідність по геометрії» включає в себе чотирнадцять видів дефектів (табл. 1.1):

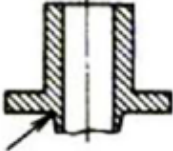

Таблиця 1.1 – Група 1 «Невідповідність по геометрії»

№	Термін, визначення та еквіваленти термінів	Ескіз дефекту	Основні причини дефекту
1	2	3	4
1	<p>Недолив – це дефект виливки у вигляді неповного утворення виливки внаслідок незаповнення порожнини ливарної форми металом при заливці.</p> <p>D Unvollstandiger Guss E. Short run, misrun D. Manque</p>		<p>Недостатня кількість рідкого розплаву; витік металу; погана змочуваність форми розплавом.</p>
2	<p>Неслітина – це дефект виливки у вигляді довільної форми отвору або наскрізної щілини в стінці виливки, що утворилися внаслідок незлиття потоків металу зниженої рідкотекучості при заливці.</p> <p>D. Kaltschweisse E. Cold lap F. Reprise</p>		<p>Зупинка потоку розплаву в порожнині форми; низька температура залитого металу; низька швидкість заповнення форми металом.</p>
3	<p>Обтиск – це дефект виливки у вигляді порушеної конфігурації виливки.</p> <p>D. Stauchan, Stauchgrat an Teilungen E. Incorrect shape F. Corroyage</p>		<p>Деформація форми через механічні впливи до або під час заливки.</p>


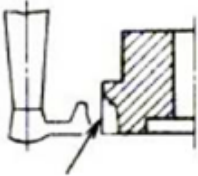
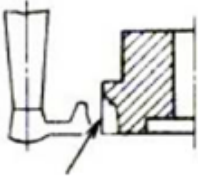
Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
4	<p>Подутість – це дефект вилівки у вигляді місцевого потовщення вилівки внаслідок розпирання нерівномірно або недостатньо ущільненої піщаної форми заливаємым металом.</p> <p>D. Verstampfung E. Ram-off F. Fausse variation</p>		<p>Низька міцність формувальних і стрижневих сумішей; слабе ущільнення форм стрижнів; високий метало-статичний тиск.</p>
5	<p>Перекіс – це дефект вилівки у вигляді зміщення однієї частини вилівки щодо осей або поверхонь іншої частини по роз'єму форми, моделі або опок внаслідок їх неточної установки і фіксації при формуванні і збірці.</p> <p>D. Gussversatz, Versetzung E. Mismatch, cross-joint F. Variation</p>		<p>Дефекти оснащення (викривлення, полумки і т. п.); незадовільний стан опорної оснастки і підмодельних плит; неякісна збірка форми.</p>
6	<p>Стрижневий перекіс – це дефект вилівки у вигляді зміщення отвору, порожнини або частини вилівки, які виконані за допомогою стрижня, через його перекося.</p> <p>D. Versetzung, Versetzung Kern E. Mismatch in core F. Dejettement de noyau</p>		<p>Дефекти оснащення (викривлення, полумки і т. п.); незадовільний стан опорної оснастки і підмодельних плит; неякісна збірка форми.</p>

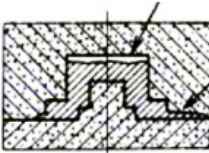
Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
7	<p>Різностінність – це дефект вилівки у вигляді збільшення або зменшення товщини стінок вилівки внаслідок зміщення, деформації або спливання стрижня.</p>		<p>Дефекти оснащення (викривлення, полочки і т. п.); незадовільний стан опорної оснастки і підмодельних плит; неякісна збірка форми.</p>
8	<p>Стрижневий залив – це дефект вилівки у вигляді залитих металом отвори або порожнини у вилівку.</p>		<p>Виникає через непроставленого в ливарній формі стрижня або його обвалення.</p>
9	<p>Викривлення – це дефект вилівки у вигляді спотворення конфігурації вилівки. Може проявлятися в різних формах, найбільш характерним є поява увігнутості або опуклості на плоских поверхнях вилівоків. D. <i>Verformung, Verzug</i> E. <i>Distortion, warping</i> F. <i>Deformation</i></p>		<p>Під впливом напружень, що виникають при охолодженні вилівки, а також в результаті неправильної моделі (модельного оснащення).</p>

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
10	<p>Незалів – це дефект виливки у вигляді невідповідності конфігурації виливки кресленню.</p> <p>D. Unformgrat, Fehler beim Putzen</p> <p>E. Short run, misrun</p> <p>F. Moulage manque</p>		<p>Знос моделі (модельного оснащення) або недостатньої обробки форми.</p>
11	<p>Заріз – це дефект у вигляді спотворення контуру виливки при відрізку литників, обрубці і зачистці.</p> <p>D. Erstechung</p> <p>E. Mechanical damage</p> <p>F. Defaut mecanique</p>		<p>Неправильне підведення металу до виливки; вплив великих механічних навантажень на виливок.</p>
12	<p>Вилом – це дефект виливки у вигляді порушення конфігурації і розміру виливки при вибиванні, обрубванні, відбивці литників і прибутків, очищенні і транспортуванні.</p> <p>D. Mechanische Beschadigung</p> <p>E. Mechanical damage, injury</p> <p>F. Faute d'ebavage</p>		<p>Неправильне підведення металу до виливки; вплив великих механічних навантажень на виливок.</p>

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
13	<p>Прорив металу – це дефект виливки у вигляді неповного утворення або неправильної форми виливки, що виникає при заливці.</p> <p>D. Metalldurchbruch, Metalldurchschmelzen E. Metal run out F. Fuite du</p>		Недостатня міцність форми.
14	<p>Ухід металу – це дефект у вигляді порожнечі в тілі виливки, яка обмежена тонкою кіркою затверділого металу, що утворилася.</p> <p>D. Zuruckweichen des Metalls E. Metal leakage F. Perte du</p>		Витікання металу з форми при слабкому її кріпленні.

Відхилення розмірів і конфігурації виливки від заданих розмірів можуть бути викликані різними причинами. Головними з них є нестабільність усадки модельного складу і деформація оболонкової форми в процесі прогартовування, а також нестабільність усадки металу виливки. На точність розмірів і конфігурації виливки впливають також режими сушіння і прогартовування оболонкової форми.

На нестабільність усадки пастоподібних модельних складів у великій мірі впливає, наприклад, повітря, що міститься в них. Повітря зменшує об'ємну усадку моделі, але внаслідок непостійності його змісту в різних моделях в партії викликає істотну нестабільність розмірів моделей при усадці.

На деформацію оболонкової форми найбільший вплив надають

поліморфні перетворення її матеріалу при нагріванні і викликані ними зміни розмірів робочої порожнини. Тому перспективними для отримання точних форм і відповідно виливків є матеріали, що не мають поліморфних перетворень при нагріванні і охолодженні (плавлений кварц, високоглиноземистий шамот і т. п.).

Температура металу, що заливається, впливає на можливість утворення неспаю, недоливу і інших дефектів виливків. Визначення температури заливки зводиться до вибору необхідного перегріву сталі, прийнятого понад температури початку затвердіння.

При виготовленні виливків з вуглецевої і низьколегованої сталі різних марок найчастіше досить мати перегрів сталі на 30–60 °С, щоб забезпечити задовільну заповнюваність ливарних форм. При виготовленні тонкостінних виливків і виливків з підвищеними вимогами до нерівності поверхні допускається найбільший перегрів сталі на 50–100 °С. Це відноситься і до виливків, коли можливе виникнення недоливів, неспаїв, газових «бульбашок підкіркових» і т. п.

Недоливом називають дефект виливки, який виражений у відсутності її частини, що розташований, головним чином, у верхній по заливці зоні або в місцях, найбільш віддалених від живильників. Іноді конфігурація виливки виконана, але зовнішні грані або кути вийшли трохи округлені – завалені. Такий дефект називають недоливом гострих кромок.

Зазвичай недолив виявляють відразу ж після вилучення виливки з форми, а незаповнення кутів і ребер – після очищення. Так само, як і виникнення неспаїв, утворення недоливів залежить від характеру заповнення форми розплавом. Утворений недолив (звичайний) характеризується окисленою поверхнею і закругленими торцями стінок.

Однією з причин утворення недоливу може бути недостатня температура і рідкотекучість металу. Поліпшити заповнюваність форми можна підвищенням температури чавуну до 1380 °С, але при цьому треба стежити за появою інших дефектів, наприклад, усадочних раковин. Рідкотекучість чавуну можна збільшити шляхом наближення його вуглецевого еквівалента $C_{ек}$ до евтектоїдного, тобто до рівного 4,3 %. Одночасно можна підвищити вміст фосфору. Однак, в цьому випадку треба

стежити за можливим зниженням механічних властивостей чавуну і появою схильності до тріщиноутворення. Для забезпечення необхідної температури в ковш набирають метал, який має температуру на 50–70 градусів більшу, ніж треба для заливки. На рис. 1.1 показаний виливок «Корпус вентиля», у верхній частині якого є дефект «Недолив». Викликано це недостатньою температурою залитого металу в зв'язку з тривалою витримкою металу в ковші.

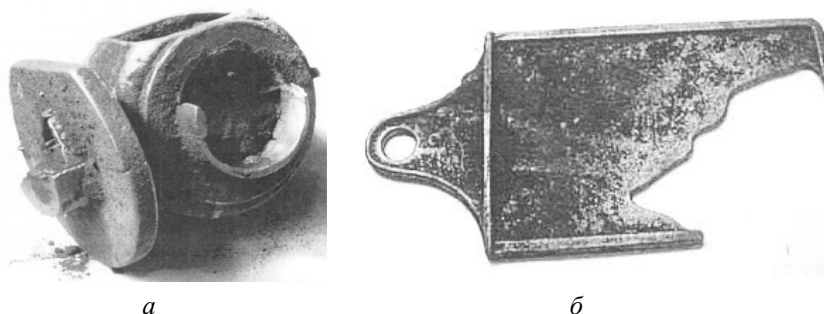


Рисунок 1.1 – Виливки з дефектом «Недолив»: а – «Корпус вентиля»; б – «Засувка»

При нещільному приляганні напівформ, які викликані їх недостатнім кріпленням або просіданням однієї з напівформ, можливе витікання металу з форми. Для того, щоб попередити підйом верхньої напівформи при заливці, виробляють скріплення напівформ за допомогою вантажу, болтів, штирів з клинами, скоб та ін. В умовах конвеєрного або автоматизованого виробництва ця операція проводиться шляхом механізованого навантаження форм. Нещільність прилягання напівформ не повинна перевищувати 1 мм. Для запобігання витікання металу по роз'єму також треба стежити за розмірами форми від стінки опоки до моделі. Для дрібних виливків цей розмір дорівнює 20–30 мм, для середніх – 50–75 мм, для великих – 125–175 мм. На рис. 1.2 представлений виливок з витіком металу по лінії роз'єму. Сталося це через близьке розташування виливки до краю опоки і не повного прилягання опок.



Рисунок 1.2 – Виливок «Корпус вентиля» з дефектом «Вихід металу»

Неслітиной (неспаєм) називають наскрізну або поверхневу з закругленими краями щілину або поглиблення в тілі виливки, що утворені незлившимися потоками передчасно застиглого металу. Розташування дефекту неслітина утворюється в тих частинах виливки, які віддалені від живильників, так як розплав надходить в них сильно охолодженим, з окисленою і забрудненою поверхнею. Залежно від конструкції виливки і умов її заливки неспаї можуть мати різноманітну форму.

Одним з найважливіших факторів виникнення неспаю є низька рідкотекучість металу і швидкість його заливки. Температура рідкотекучості чавуну залежить від його складу, середньої товщини стінки виливки і найбільшого шляху проходження металу по горизонталі від живильників до протилежного краю виливки. Для ліквідації неслітин через недостатню рідкотекучість розплаву чавуну необхідно:

- набирати в ковш метал, що має температуру на 50–70 °С більшу, ніж треба для заливки;

- температура розплаву в будь-якому місці форми в процесі заливки повинна бути вище температури нульової рідкотекучості, при якій потік металу може зупинитися. Рекомендована температура заливки тонкостінних (до 10 мм) конструкційних виливків повинна бути не нижче 1380 °С. Швидкість заливки слід приймати на 2–3 кг/с вище нормальної;

- по можливості, слід скоротити шлях руху металу від живильників за допомогою підведення живильників з двох протилежних сторін виливки.

Низька температура металу, що заливається, сприяє появі неспая в виливку, наприклад «Корпус вентиля» (рис. 1.3). Підведення металу здійснюється з протилежного боку від виниклого дефекту. При підвищенні температури металу неспай не з'являвся.

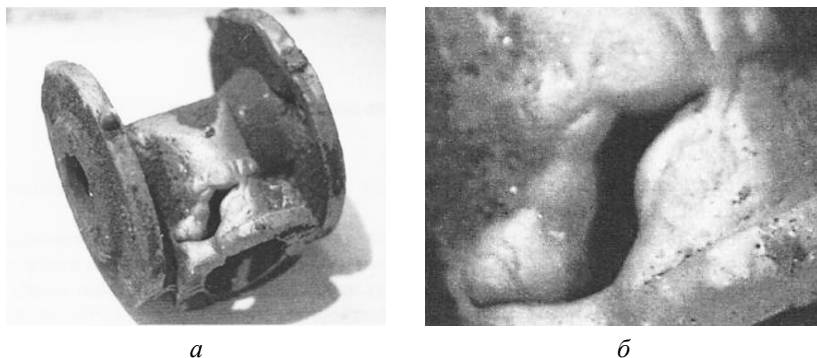


Рисунок 1.3 – Виливок з дефектом «Неслітіна»:
а – «Корпус вентиля»; б – фрагмент виливки при збільшенні

Для отримання якісного лиття дуже важливими є температура чавуну, що заливається, і вагова швидкість заливки. Це продиктовано конструкцією виливків та технологією їх виготовлення, вимагає індивідуального підходу до температури і швидкості заливки металу. Наприклад, для ліквідації окислених газових раковин потрібна підвищена температура чавуну і знижена швидкість заливки, а для ліквідації неспая – підвищена температура і швидкість заливки (в середньому на 10–15 % від розрахункової).

Для ліквідації дефектів неспай, недолив, ужиміна і ряду інших, переважно тонкостінні частини великогабаритних виливків розташовувати в нижній частині напівформи в горизонтальному, вертикальному або похилому положенні. Неспай і недоливи виникають також при:

- недостатньої рідкотекучості металу і обраному температурному інтервалі заливки форми;
- випадкових потоншеннях тіла виливки;

– при спотворенні контуру форми або зміщенні стрижнів при установці їх у форму або при заливці форми сталлю.

Розміщення плоскої стінки невеликої товщини (6–8 мм) в нижній напівформі має видимі переваги в порівнянні з розташуванням у верхній напівформі. До основних переваг відносяться:

– скорочення шляху просування потоку рідкої сталі до горизонтальної тонкої стінки виливки, завдяки чому відбувається менше охолодження сталі;

– протягом більш тривалого часу горизонтальна тонка стінка в нижній напівформі «промивається» рідкою сталлю, що дозволяє отримати більш гладку поверхню цієї стінки виливки.

Викривленням називають спотворення геометрії виливки в результаті дії напружень, що виникають при охолодженні виливки в формі. У будь-якому затверділому і повністю охолодженому виливку внутрішні напруження рівноважені. При цьому шари деталі або пружно розтягнуті або стиснуті. В процесі механічної обробки з виливки видаляють шари металу, в яких були залишкові напруження. Рівновага залишкових напружень в виливку порушується, починається їх перерозподіл до настання нової рівноваги. В результаті відбувається викривлення виливки.

Для ліквідації викривлення важливим є забезпечення умов одночасного затвердіння і охолодження стінок виливків при відсутності на їх перетині термічних вузлів. Чим більше товщина стінок виливки і більше різниця товщин окремих її частин, тим більше напруження при інших рівних умовах. Слід прагнути до скорочення кількості термічних вузлів, які розташовані під гострим кутом стиків, сполучення стінок і т. п.

Вуглець і кремній є графітуючими елементами, які надають модифікуючий вплив на структуру і властивості нелегованого чавуну і сприяють зниженню викривлення. Кремній, зменшує розчинність вуглецю в рідкому і твердому розчинах, сприяє графітоутворенню. Ці елементи визначають також положення чавуну по відношенню до евтектики, але в цьому відношенні вплив фосфору аналогічний впливу кремнію, як це видно з рівняння для визначення вуглецевого еквіваленту:

$$C_{\text{ек}} = C + 0,3 \cdot (Si + P),$$

де C – вміст вуглецю, %; Si – вміст кремнію, %; P – вміст фосфору, %.

Вуглець і кремній впливають і на дисперсність структурних складових. Підвищення вуглецевого $C_{ек}$ сприяє:

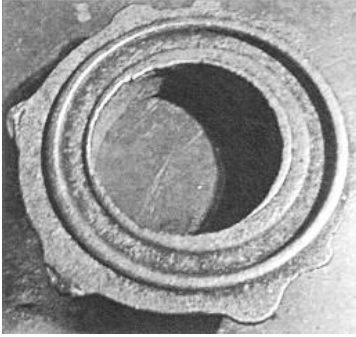
- збільшенню кількості графіту;
- зниженню кількості перліту;
- збільшенню довжини графітових включень;
- зменшенню дисперсності перліту.

Отже, збільшення вуглецевого еквіваленту до 4–4,2 % сприяє значному зменшенню усадочних явищ, зниженню можливості виникнення напруженого стану виливки, а значить, і зниженню причин для виникнення викривлення виливків.

Для попередження виникнення викривлення виливків рекомендується:

- підвищення вмісту вуглецю до 3,4–3,6 %;
- зниження вмісту кремнію до 1,7–1,9 %;
- зниження вмісту хрому менше 0,15 %.

Зміщенням (перекіс, різностінність і т. п.) називають зрушення однієї частини виливки щодо іншої. Зазвичай форму збирають з декількох частин з установкою в неї стрижнів. Неточна збірка комплекту стрижнів або форми викликає викривлення розмірів виливки. В окремих випадках ці викривлення можуть досягти значних розмірів, перевищити допустиму величину і привести до зміщення (рис. 1.4). Для отримання якісних виливків необхідна точна центрація опок, яка виконується за допомогою центруючих і направляючих втулок. При використанні зношених або коротких складальних стрижнів можливе зміщення половинок моделей. В результаті заповнення такої форми металом виходить виливок зі зміщенням. На рис. 1.4, б представлений виливок «Наконечник» з дефектом «Зміщення» через використання укорочених стрижнів.



а



б

Рисунок 1.4 – Виливок з дефектом «Зміщення»:
а – «Кришка»; б – «Наконечник»

Розпором називають місцеві потовщення в виливку, які розташовані переважно в нижніх або слабоущільнених частинах форми. Потрапляючий в форму метал надає на неї тепловий і силовий вплив, в результаті чого суміш ущільнюється. Крім того, під дією металостатичного тиску поверхнева суха кірка, що утворюється в сирій формі, деформується і переміщається в напрямку ослабленої зони конденсації вологи. Такі явища викликають значне збільшення порожнини форми, особливо в нижній її частині, де діє максимальний металостатичний тиск. В результаті протікаючих процесів утворюється дефект виливки – розпір.

Розширення форми може відбуватися при підвищенні температури, збільшенні вмісту графіту в чавуні, заміні в формувальній суміші вогнетривкої глини бентонітами. Використання пресованих форм при виготовленні виливків показує, що збільшення тиску пресування від 1,9 до 10 кг/см² призводить до зменшення деформації, яка утворюється при заливці форми сухої кірки суміші в 7 разів (від 1,5 до 0,2 мм). Подальше підвищення тиску виявляється менш ефективним. Збільшення вологості і розміру зони конденсації вологи призводить до збільшення деформації порожнини форми.

Для недопущення виникнення дефекту «Розпір» форма повинна мати досить високі службові характеристики:

- повинна мати високу механічну міцність;
- не повинна деформуватися і руйнуватися при виїмці моделі, при транспортуванні і збірці;

- повинна витримувати механічний і тепловий вплив рідкого металу.

На рис. 1.5 представлений циліндричний виливок з дефектом «Розпір» (подутість). Форма вилівки виготовлялася ручним трамбуванням з формувальної суміші з малою плинністю. В результаті недбалого ущільнення утворилися місця з меншою твердістю, ніж це потрібно. Метал, що заливався, доущільнив ці місця, які стали наслідком утворення «Розпору».



Рисунок 1.5 – Виливок з дефектом «Подутість»

1.3. Матеріал дослідження

Робота проводиться на зразках колекції виливків зі сталей, чавунів та алюмінієвих ливарних сплавів, які запропоновані викладачем:

- вуглецеві та низьколеговані сталі: Сталь 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л, 70Л, 20ГЛ, 35ГЛ, 45ГЛ, 65ГЛ, 40Х та ін.;

- сірі чавуни: СЧ10, СЧ15, СЧ18, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35;

- жаростійкі (зносостійкі) чавуни: ЧХ16, ЧХ16М2, ЧХ22, ЧХ32, ЧХ28Н2, ЧХ9Н5, ЧХ3Т, ЧХ1, ЧХ2, ЧХ3 та ін.;

- антифрикційні чавуни: АЧС-1, АЧС-2, АЧС-3, АЧС-4, АЧС-5,

АЧС-6 та ін.;

– алюмінієві ливарні сплави: АК12, АК9, АК5М, АМ5, АМГ5Мц, АМГ10, АК9Ц6, АЦ4Мг;

– силуміни в виливках, які виготовлені з наступним хімічним складом:

АК12ч (СИЛ-1) – кремній 10–13 %, алюміній – основа, домішок, %, не більше: залізо – 0,50, марганець – 0,40, кальцій – 0,08, титан – 0,13, мідь – 0,02, цинк – 0,06;

АК12пч (СИЛ-0) – кремній 10–13 %, алюміній – основа, домішок, %, не більше: залізо – 0,35, марганець – 0,08, кальцій – 0,08, титан – 0,08, мідь – 0,02, цинк – 0,06;

АК12оч (СИЛ-00) – кремній 10–13 %, алюміній – основа, домішок, %, не більше: залізо – 0,20, марганець – 0,03, кальцій – 0,04, титан – 0,03, мідь – 0,02, цинк – 0,04;

АК12ж (СИЛ-2) – кремній 10–13 %, алюміній – основа, домішок, %, не більше: залізо – 0,7, марганець – 0,5, кальцій – 0,2, титан – 0,2, мідь – 0,03, цинк – 0,08.

1.4. Порядок виконання роботи

1. Вивчити різновиди дефектів виливків зі сплавів на основі заліза і кольорових металів.

2. Намалювати ескізи першої групи дефектів виливків зі сплавів «Невідповідність по геометрії» і вказати основні причини виникнення дефектів.

3. Виготовити макрошліфи із зразків, які запропоновані викладачем, послідовним шліфуванням на шліфувальних шкурках різної зернистості. Промити проточною водою і просушити фільтрувальним папером.

4. Макрошліф протравити, промити проточною водою і просушити фільтрувальним папером.

5. Намалювати ескізи виявлених дефектів виливків зі сплавів і вказати основні причини їх виникнення.

6. Зробити висновки.

1.5. Зміст звіту лабораторної роботи

1. Тема і мета роботи.
2. Перелік матеріалів та обладнання.
3. Опис порядку виконання експерименту по кожній частині роботи.
4. Результати експериментів по кожній частині виконаної роботи у вигляді таблиць, графіків, малюнків, рекомендованих в методичних вказівках.
5. Висновки по кожній частині роботи.

Питання для самоперевірки

1. Що називають дефектом? На які групи поділяють виливки залежно від ступеня ураженості дефектами?
2. Які види дефектів включає в себе перша група «Невідповідність по геометрії»? Перерахувати.
3. Які основні причини виникнення дефектів?

Рекомендована література: [1–4].

ДРУГА ГРУПА «ДЕФЕКТИ ПОВЕРХНІ» ВИЛИВКІВ ЗІ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА І КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

2.1. Мета роботи

1. Вивчити основні різновиди дефектів другої групи виливків зі сплавів на основі заліза і кольорових металів.
2. Вивчити основні методи поверхневих дефектів виливків.
3. Провести макроаналіз поверхневих дефектів сплавів.

2.2. Основні положення

Поліпшення поверхні виливків веде до підвищення їх механічних, антикорозійних та інших експлуатаційних характеристик, поліпшуються в подальшому умови очищення виливків і їх механічна обробка. Проте значна маса виливків випускається з низькою якістю поверхні, що вимагає значних економічних витрат на їх доведення механічним шляхом.

Поверхня злитка в значній мірі характеризує його якість, так як утворюються на ній дефекти, які залишаються й при подальшому переділі заготовки. Поверхневі дефекти злитків проникають вглиб тіла на кілька міліметрів (5–20 мм) і проявляються в процесі їх подальшого кування і механічної обробки у вигляді розривів поверхні одержуваних заготовок і виробів. Усунення цих дефектів (вирубкою, вогневою або холодною зачисткою) є однією з найбільш трудомістких операцій обробки заготовок (рис. 2.1). При цьому далеко не завжди вдається усунути виявлені дефекти в повній мірі.

Утворення поверхневих дефектів відбувається в ході заповнення виливниці і в період затвердіння зовнішніх шарів злитка. Основними поверхневими дефектами прийнято вважати: плівки, гарячі тріщини, пояси, підкіркові бульбашки, відбитки від сітки.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд злитків з поверхневими дефектами


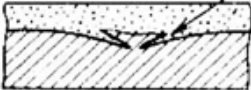

Друга група дефектів виливків включає в себе тринадцять видів поверхневих дефектів (табл. 2.1):

Більшість цих дефектів виникає внаслідок складних фізико-хімічних процесів, що проходять на межі розділу метал-форма.

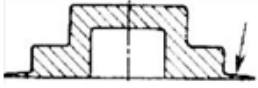
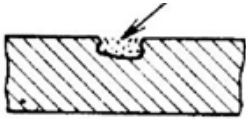

Таблиця 2.1 – Група 2 «Дефекти поверхні»

№	Термін, визначення та еквіваленти термінів	Ескіз дефектів	Основні причини дефекту
1	2	3	4
1	<p>Пригар – це дефект виливки у вигляді важко відокремлюваного специфічного шару на поверхні виливки, що утворився внаслідок фізичної і хімічної взаємодії формувального матеріалу з металом і його оксидами.</p> <p>D. Angebrannter Sand E. Burn on F. Grippure</p>		<p>Цей дефект утворюється переважно на виливках зі сплавів з високою температурою плавлення при заливці в піщані форми.</p>


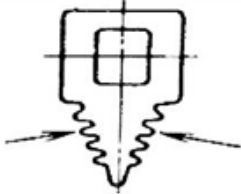
Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
2	<p>Спай – це дефект у вигляді поглиблення з закругленими краями на поверхні виливки, які утворилися неповністю злившимися потоками металу з недостатньою температурою або перерваного при заливці.</p> <p>D. Kaltschweisse E. Cold lap, cold shut F. Reprise</p>		<p>Не повністю злилися потоки металу з недостатньою температурою; перервана заливка.</p>
3	<p>Ужиміна – це дефект виливки у вигляді поглиблення з пологими краями, заповненого формувальним матеріалом і прикритого шаром металу.</p> <p>D. Festsitzende Sandschuipe E. Expansion scab F. Gale franche</p>		<p>Відшарування формувальної суміші при заливці.</p>
4	<p>Наріст – це дефект виливки у вигляді виступу довільної форми, що утворився із забрудненого формувальними матеріалами металу.</p> <p>D. Auswuchs, Treibstelle E. Knob, scab F. Bosse</p>		<p>Місцеве руйнування ливарної форми.</p>

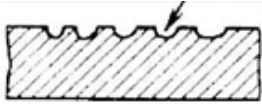

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
5	<p>Залив – це дефект виливки у вигляді металевого припливу або виступу.</p> <p>D. Grat, Gussgrat E. Flash, cross-joint F. Barbe, bavure de joint</p>		<p>Проникнення рідкого металу в зазори по роз'ємах форми, стрижнів або по стрижневим знакам.</p>
6	<p>Засмічення – це дефект виливки у вигляді формувального матеріалу, що впродавився в поверхневій шарі виливки.</p> <p>D. Verunreinigung, Verschmutzung E. Surface contamination F. Remblayage, obstruction</p>		<p>Захоплення потоками рідкого металу формувального матеріалу.</p>
7	<p>Плівка – це дефект виливки у вигляді самостійного металевого або окисного шару на поверхні виливки.</p> <p>D. Oxydflecken E. Oxide spots F. Replure, depot d'oxyde</p>		<p>Утворюється при недостатньо спокійній заливці.</p>
8	<p>Просічка – це дефект виливки у вигляді невисоких прожилок на поверхні виливки.</p> <p>D. Stechen E. Veining, mapping F. Bavure</p>		<p>Затікання металу в тріщини на поверхні форми або стрижня.</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
9	<p>Окислення – це дефект виливки у вигляді окисленого шару металу з поверхні виливки, що вийшов після відпалу виливків з білого чавуну на ковкий чавун.</p> <p>D. Zunderschicht E. Oxidation F. Oxidation, ecaillage</p>		<p>Утворення в результаті досить тривалої і високотемпературної термічної обробки.</p>
10	<p>Поверхнєве пошкодження – це дефект виливки у вигляді спотворення поверхні.</p> <p>D. Baschadigung der Oberflache E. Surface damage F. Trace de frappe, deterioration</p>	<p>Утворення при вибиванні виливки з форми, очищення і транспортування.</p>	
11	<p>Складчастість – це дефект виливки у вигляді незначних гладких підвищень і поглиблень на поверхні виливки.</p> <p>D. Faltenbildung, Runzein E. Foldness, waviness F. Plissement</p>		<p>Знижена рідкотекучість металу; теплові деформації поверхневого шару форми або затвердіваючого металу.</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
12	<p>Груба поверхня – це дефект виливки у вигляді шорсткості поверхні з параметрами, що перевищують допустимі значення.</p> <p>D. Rauigkeit der Oberfläche E. Rough surface F. Rugosite de la surface</p>		
13	<p>Газова шорсткість – це дефект виливки у вигляді сфероутворених поглиблень на поверхні виливки.</p> <p>D. Gasrauhigkeit E. Gas roughness F. Rugosite gazeux</p>		<p>Зростання газових раковин на поверхні розділу метал-форма.</p>

Пригаром називають шар на поверхні виливки, що складається з частинок формувальних матеріалів, які оплавилася, просочених основним сплавом, оксидами його компонентів і продуктами їх взаємодії зі складовими формувальної суміші. Цей шар міцно утримується на поверхні виливки. У більшості випадків спостерігається пригар комплексний, тобто хіміко-механічний. Термічний пригар сам по собі утворюється нечасто і є продовженням хімічного пригару.

Утворення пригару викликано проникненням сплаву в пори форми під дією капілярних сил і тиску металу на стінки форми. Проникнення розплаву в пори форми є першою стадією процесу утворення пригару, а другою його стадією є хімічна взаємодія оксидів металу, що містяться в розплаві (оксидів заліза і легувальних елементів), і оксидів, які містяться в формувальних матеріалах. Хімічна взаємодія розплаву і форми підсилює проникнення металу в пори форми (рис. 2.1).

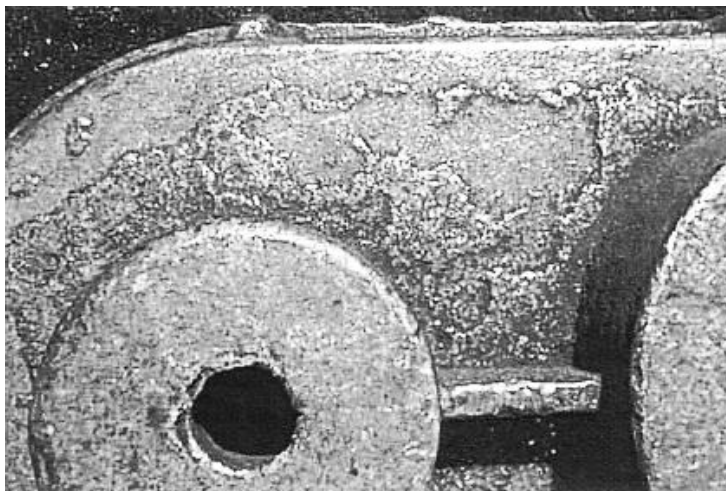


Рисунок 2.1 – Виливки з пригаром

Температура чавуну, який заливається, грає важливу роль при формуванні пригару. Пригар утворюється в разі проникнення розплаву чавуну в форму на глибину, що перевищує радіус зерна піску. Чим вище температура металу, більше його контакт в рідкому стані з формою, тим створюється велика ймовірність формування пригару.

На рис. 2.2 представлений вилівок «Кришка люка» з дефектом «Пригар». Дефект утворився в результаті підвищеної температури залитого металу, який виплавлений в індукційній печі. Форма, що виготовлена з вологої піщано-глинистої суміші, була без протипригарного покриття.

Найбільш ефективним способом запобігання пригару є нанесення на поверхню форми протипригарного покриття.

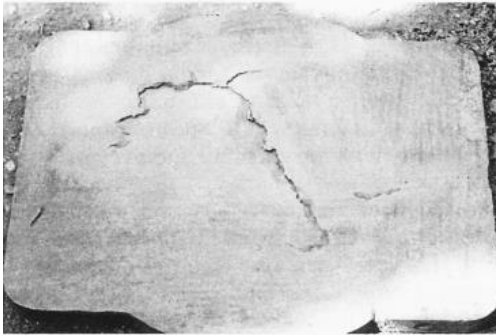
Ужиміни виникають в результаті швидкого нагріву робочої поверхні форми і являють собою потовщення на поверхні виливки, під яким знаходиться порожнина, що заповнена формувальним матеріалом. Залежно від умов утворення ужиміни можуть мати вигляд неглибоких витягнутих канавок або западин, тонких, плоских, неправильної форми наростів, що супроводжуються значними піщаними включеннями.



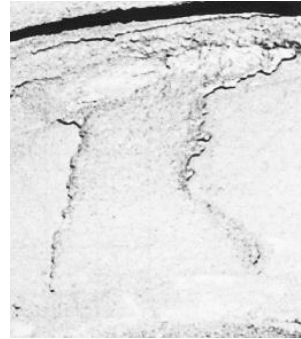
Рисунок 2.2 – Виливок «Кришка люка» з дефектом «Пригар»

В процесі заливки поверхневі шари форми швидко висихають, а волога, що випаровується з них, переміщається в менш прогріті шари форми, де конденсується, утворюючи зону з низькою міцністю і значно підвищеною вологістю при температурі близько 100 °С. Одночасно починається розширення формувальної і стрижневої сумішей, що супроводжується об'ємними і лінійними розширеннями форми (рис. 2.3).

Всі маловуглецеві сплави, які високолеговані хромом, титаном, кремнієм, алюмінієм та іншими елементами, схильні до інтенсивного плівоутворення. Пліна, що утворюється на відкритій поверхні сплавів в рідкому стані, значно скорочує їх плинність і є причиною багатьох дефектів виливків, в тому числі і неспая.



а



б

Рисунок 2.3 – Виливок з дефектом «Ужиміна»:

а – «Опорний стіл»; б – фрагмент виливки

Процес утворення *окисної пліни* тісно пов'язаний з температурою рідкої сталі. При будь-якій температурі над відкритою поверхнею рідкого сплаву є парціальний тиск кисню і тиск дисоціації оксидів. При рівності тисків виникають умови існування пліни, яка розвивається в міру охолодження сплаву. Надалі, з підвищенням чорноти пліни, охолодження поверхні через випромінювання прискорене по відношенню до всієї маси сплаву, в результаті чого шар металу під плівкою швидко твердне і зміцнюється. Пліна, що утворилася до завершення заливки, чіпляється за стінки форми і стрижнів, розривається, загортається і завивається шарами сплаву, що надходить. Через це виливок виходить з плівами, неспаями, хвилястістю, можливо з пригаром, горбами на поверхні і недоливами. Чим вище температура плівоутворення, тим менш технологічний сплав і потрібно більш високий перегрів. Це тягне за собою утворення пригару і гарячих тріщин. Окислювальні процеси тривають і під час заливки сталі з ковша і при надходженні в порожнину форми. Температура початку плівоутворення є критерієм технологічності легованого сплаву і визначає схильність сталі до плівоутворення. Вирішальний вплив на схильність сталі до плівоутворення надає її хімічний склад. Найбільший вплив на схильність сталі до плівоутворення надають елементи в наступному порядку убавання: алюміній, титан, хром і кремній. Їх оксиди різко

збільшують в'язкість поверхневого шару сталі, в результаті чого на виливках з'являються пліни, спаї, горбистість, недоливи й неспаї. Заходи попередження браку по окисним плінам:

- підвищення температури заливки сталі вище рівня початку плівоутворення;

- максимально можливе скорочення тривалості заливки форм; використання литникової системи з сифонним підведенням металу;

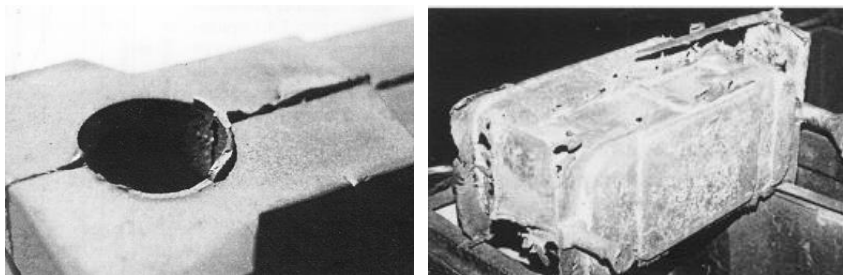
- односторонній напрямок потоків металу в порожнині форми; збільшення припусків на механічну обробку поверхонь з плівоутворенням;

- створення відновної атмосфери у формі шляхом фарбування її зневодненим кам'яновугільним лаком, що застосовують для виливниць.

При цьому рекомендується температура поверхні форми 70–120 °С;

- застосування комплексного розкислення сталі, наприклад, алюмінієм і силікокальцієм та витримка сталі в ковші перед заливкою форми.

Зі збільшенням габаритів стрижнів збільшуються зазори між знаками стрижня і знаковими частинами форми для зручності їх сполучення. При більш значному збільшенні зазорів або зміщенні знаків стрижня в сторону, відбувається залив металу в порожнечі, що утворилися. В результаті виходить приплив металу, який іменований «Залив» (рис. 2.4).



а

б

Рисунок 2.4 – Виливки з заливами: а – «Опора»; б – «Корпус»

Це може статися також в результаті:

- деформації стрижня після його виготовлення з затвердінням в сушиллі;

- при виготовленні сирих форм методом пресування можливий прогин формувальної суміші з максимумом в центральній частині;

- викривлення підмодельних плит, опок, забруднення втулок, стрижнів і лада опок може викликати утворення заливів;

- підйом верхньої напівформи залитим металом.

Ліквідації дефектів сприяє:

- систематична перевірка стану опок, моделей і стрижневих ящиків.

З метою попередження викривлень і деформацій опок слід забезпечити їх плавне, без поштовхів, переміщення при транспортуванні і збірці;

- використання процесів виготовлення стрижнів з затвердінням в оснащенні, що запобіжить деформацію стрижнів в сирому стані і тим самим зменшить або ліквідує заливи. Якщо процес затвердіння в оснащенні неможливий, то при проектуванні модельного оснащення слід враховувати викривлення розмірів знаків форм і стрижнів в процесі виготовлення, сушіння і транспортування;

- верхня і нижня напівформи повинні бути щільно скріплені між собою або на верхню опоку повинен бути покладений відповідний вантаж;

- для запобігання пружної деформації суміші при пресуванні під високим тиском слід збільшити її пластичність шляхом введення спеціальних добавок.

Можна також зменшувати тиск пресування або застосовувати багатопрофільні або багатоплунжерні пресові колодки;

- на горизонтальних поверхнях форми і її знакових частинах при формуванні по сирому слід виконувати обтискні пояски.

2.3. Матеріал дослідження

Робота проводиться на зразках колекції виливків зі сталей, чавунів та алюмінієвих ливарних сплавів, запропонованих викладачем:

- вуглецеві та низьколеговані сталі: Сталь 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л,

40Л, 45Л, 50Л, 70Л, 20ГЛ, 35ГЛ, 45ГЛ, 65ГЛ, 40Х та ін.;

– сірі чавуни: СЧ10, СЧ15, СЧ18, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35;

– жаростійкі (зносостійкі) чавуни: ЧХ16, ЧХ16М2, ЧХ22, ЧХ32, ЧХ28Н2, ЧХ9Н5, ЧХ3Т, ЧХ1, ЧХ2, ЧХ3 та ін.;

– антифрикційні чавуни: АЧС-1, АЧС-2, АЧС-3, АЧС-4, АЧС-5, АЧС-6 та ін.;

– алюмінієві ливарні сплави: АК12, АК9, АК5М, АМ5, АМг5Мц, АМг10, АК9Ц6, АЦ4Мг;

– силуміни в виливках, які виготовлені з наступним хімічним складом:

АК12ч (СИЛ-1) – кремній 10–13 %, алюміній – основа, домішок, %, не більше: залізо – 0,50, марганець – 0,40, кальцій – 0,08, титан – 0,13, мідь – 0,02, цинк – 0,06;

АК12пч (СИЛ-0) – кремній 10–13 %, алюміній – основа, домішок, %, не більше: залізо – 0,35, марганець – 0,08, кальцій – 0,08, титан – 0,08, мідь – 0,02, цинк – 0,06;

АК12оч (СИЛ-00) – кремній 10–13 %, алюміній – основа, домішок, %, не більше: залізо – 0,20, марганець – 0,03, кальцій – 0,04, титан – 0,03, мідь – 0,02, цинк – 0,04;

АК12ж (СИЛ-2) – кремній 10–13 %, алюміній – основа, домішок, %, не більше: залізо – 0,7, марганець – 0,5, кальцій – 0,2, титан – 0,2, мідь – 0,03, цинк – 0,08.

2.4. Порядок виконання роботи

1. Вивчити класифікацію дефектів виливків залежно від ступеня ураженості.

2. Вивчити різновиди поверхневих дефектів виливків зі сплавів на основі заліза і кольорових металів.

3. Виготовити макрошліфи із зразків, що запропоновані викладачем, послідовним шліфуванням на шліфувальних шкурках різної зернистості.

Промити проточною водою і просушити фільтрувальним папером.

4. Макрошліф протравити, промити проточною водою і просушити фільтрувальним папером.

5. Намалювати ескізи другої групи дефектів виливків зі сплавів «Дефекти поверхні» і вказати основні причини їх виникнення.

6. Запропонувати можливі методи виявлення поверхневих дефектів виливків із запропонованих викладачем сплавів.

7. Зробити висновки.

2.5. Зміст звіту лабораторної роботи

1. Тема і мета роботи.

2. Перелік матеріалів та обладнання.

3. Опис порядку виконання експерименту по кожній частині роботи.

4. Результати експериментів по кожній частині виконаної роботи у вигляді таблиць, графіків, малюнків, що рекомендовані в методичних вказівках

5. Висновки по кожній частині роботи.

Питання для самоперевірки

1. Як класифікуються дефекти виливків залежно від ступеня ураженості?

2. Які існують різновиди поверхневих дефектів виливків?

3. Які основні причини виникнення «Дефектів поверхні»?

4. Які можливі методи виявлення поверхневих дефектів виливків сплавів?

Рекомендована література: [5–7].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия. – Введ. 01.01.1997.
2. ГОСТ 19200-80 "Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов" – "Iron and steel castings. Terms and definitions of defects". – Введ. 01.07.1981.
3. Иванов В. Н. Словарь-справочник по литейному производству / В. Н. Иванов. – М. : Машиностроение, 1990. – 384 с.
4. Житников Ю. З. Определение пористости материалов / Ю.З. Житников, А. Н. Иванов, Ю. Н. Матросова, А. Е. Матросов // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 4. – С. 40–43.
5. Ершов Г. С. Микронеоднородность металлов и сплавов / Г. С. Ершов, Л. А. Позняк. – М. : Металлургия, 1985. – 214 с.
6. Циммерман Р. Металлургия и материаловедение : справ изд. / Р. Циммерман, К. Гюнтер : пер. с нем. – М. : Металлургия, 1982. – 480 с.
7. Бернштейн М. Л. Атлас дефектов стали / М. Л. Бернштейн : пер. с нем. – М. : Металлургия, 1979. – 188 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Лабораторна робота 1. Класифікація першої групи дефектів «Невідповідність по геометрії» виливків зі сплавів на основі заліза і кольорових металів.....	4
1.1. Мета роботи.....	4
1.2. Основні положення.....	4
1.3. Матеріал дослідження.....	18
1.4. Порядок виконання роботи.....	19
1.5. Зміст звіту лабораторної роботи.....	20
2. Лабораторна робота 2. Друга група «Дефекти поверхні» виливків зі сплавів на основі заліза і кольорових металів.....	21
2.1. Мета роботи.....	21
2.2. Основні положення.....	21
2.3. Матеріал дослідження.....	31
2.4. Порядок виконання роботи.....	32
2.5. Зміст звіту лабораторної роботи.....	33
Список літератури.....	34

Навчальне видання
ДЕФЕКТИ ВИЛИВКІВ. ЧАСТИНА 1
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Ливарні сплави та технології плавки»

для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка
рівня бакалавра
Українською мовою

Укладач
КОСТИК Катерина Олександрівна

Відповідальний за випуск проф. *О. В. Акімов*
Роботу до видання рекомендувала проф. *О. І. Пономаренко*
В авторській редакції