

Міністерство охорони здоров'я України  
Вищий державний навчальний заклад України  
«Українська медична стоматологічна академія»  
Кафедра післядипломної освіти лікарів стоматологів-ортопедів

Нідзельський М.Я., Писаренко О.А., Цветкова Н.В., Бабич В.В.

## ТЕХНІКА ПРЕЦЕЗІЙНОГО ЛИТВА В ОРТОПЕДИЧНІЙ СТОМАТОЛОГІЇ

Посібник призначений для лікарів-інтернів з фаху «Стоматологія», лікарів стоматологів-ортопедів, слухачів циклів підвищення кваліфікації з фаху «Ортопедична стоматологія», викладачів факультетів післядипломної освіти вищих навчальних медичних закладів III-IV рівня акредитації

**Автори:**

Нідзельський Михайло Якович, професор, доктор медичних наук, завідувач кафедри післядипломної освіти лікарів стоматологів-ортопедів ВДНЗУ «УМСА»

Писаренко Олег Анатолійович, кандидат медичних наук, доцент кафедри післядипломної освіти лікарів стоматологів-ортопедів ВДНЗУ «УМСА»

Цветкова Наталія Володимирівна, кандидат медичних наук, асистент кафедри післядипломної освіти лікарів стоматологів-ортопедів ВДНЗУ «УМСА»

Бабич Володимир Віталійович, інженер-ливарник, співробітник кафедри післядипломної освіти лікарів стоматологів-ортопедів ВДНЗУ «УМСА»

**Рецензенти:**

Потапчук А.М., д.мед.н., професор, завідувач кафедри стоматології факультету післядипломної освіти Ужгородського національного університету

Романенко І.Г., д.мед.н., професор, завідувач кафедри стоматологічного факультету післядипломної освіти Кримського державного медичного університету ім. Георгієвського

Король Д.М., д.мед.н., професор, завідувач кафедри пропедевтики ортопедичної стоматології Вищого державного навчального закладу України «Українська медична стоматологічна академія»

Нідзельський М.Я. Техніка прецезійного литва в ортопедичній стоматології // М.Я. Нідзельський, О.А. Писаренко, Н.В. Цветкова, В.В. Бабич. – Полтава, 2014.- 114 с.

Посібник розрахований на лікарів – інтернів з фаху «Стоматологія» на циклі «ортопедична стоматологія», лікарів стоматологів-ортопедів, слухачів циклів спеціалізації, тематичного удосконалення та передатестаційних циклів і підготовлений відповідно до навчальних планів та програм навчання перерахованих вище циклів.

У посібнику представлені такі розділи: організація роботи зуботехнічної ливарної лабораторії, охорона праці, обладнання ливарної лабораторії, технічні характеристики сучасних ливарних установок та муфельних печей, рекомендації по застосуванню формувальних сумішей та матеріалів, техніка литва на моделі. Особлива увага приділена аналізу помилок у процесі литва.

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (МОН України лист №1\11-9254 від 16.06.2014)

Навчальний посібник затверджений на засіданні ЦМК ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія» (протокол № 6 від 20.02.2014)

## ВІД АВТОРІВ

Починаючи з Бронзового Віку, протягом 4000 років металеві вироби людство виготовляє за допомогою різноманітних технологій литва.

Процес виготовлення металевих каркасів складається з ряду етапів. Точне дотримання технологічних вимог на всіх етапах, починаючи від виготовлення воскових репродукцій та закінчуючи обробкою металу, служить запорукою отримання позитивного результату.

На етапі виготовлення воскових репродукцій велике значення має ливникова система, а також точне дотримання розмірів елементів конструкції, підготовленої до відливки. Неточність або помилка на даному етапі можуть призвести до незворотних дефектів литва та призведе до переробки конструкції.

Процес литва складається з термічного розплавлення металу та заповнення ним ливарної форми. На якість відливки впливає безліч факторів, у тому числі – спеціальні знання, важливо, щоб спеціалісти, які займаються литвом у стоматології, проходили спеціальну підготовку.

Колектив авторів сподівається, що даний навчальний посібник буде цікавим не лише зубним технікам, викладачам, але й лікарям стоматологам-ортопедам, бо розуміння усіх етапів виготовлення ортопедичних конструкцій – запорука успішного лікування в клініці ортопедичної стоматології.

Будемо вдячні за ваші коментарі та побажання.

## ЗМІСТ

<b>I.</b>	Передмова.....	7
<b>II.</b>	Організація роботи зуботехнічної ливарної лабораторії.....	9
<b>III.</b>	Охорона праці.....	14
<b>IV.</b>	Обладнання ливарної лабораторії.....	15
1.	Ливарна індукційна вакуумна установка HERAKAST IQ.....	16
2.	Ливарна індукційна вакуумна установка FURNAX.....	17
3.	Ливарна індукційна вакуумна установка DUKATRON.....	18
4.	Ливарна індукційна вакуумна установка SEIT DS1 TECNO-GAZ.....	19
5.	Ливарна індукційна вакуумна установка SEIT DS1 PLAS-TECNO-GAZ...	20
6.	Ливарна індукційна вакуумна установка ASM 20-TECNO-GAZ.....	21
7.	Ливарна індукційна вакуумна установка ASM 15-TECNO-GAZ.....	21
8.	Ливарна індукційна вакуумна установка NEOCAST-TECNO-GAZ.....	22
9.	Ливарна індукційна вакуумна установка DAKO.....	22
10.	Ливарна індукційна вакуумна установка DOR-A-MATIC.....	23
11.	Муфельна піч МІ-60.....	26
12.	Муфельна піч СНОЛ-7,2-1100.....	27
13.	Муфельна піч СНОЛ-15-1300.....	28
<b>V.</b>	Формувальні суміші.....	29
1.	Силікатні формувальні матеріали.....	30
2.	Фосфатні формувальні матеріали.....	35
3.	Сульфатні формувальні матеріали.....	38
<b>VII.</b>	Литво .....	39
1.	Вибір оптимальної ливникової лійки.....	41
2.	Ливниковий канал.....	45
3.	Побудова ливникової системи .....	51
4.	Вибір конструкції ливникового каналу .....	53
5.	Розміщення ливникових каналів .....	55
6.	Вибір матеріалу тигля.....	56

7. Сплави для виготовлення каркасів металокерамічних протезів.....	57
8. Плавка ливарних сплавів.....	67
9. Плавка в індукційних установках.....	67
10. Відцентрове лиття.....	68
11. Нагрів.....	69
12. Техніка литва на моделі .....	73
13. Дублювання .....	74
14. Дефекти литва .....	76
Література .....	84

## ПЕРЕДМОВА

У кінці ХХ століття робота лікаря стоматолога-ортопеда якісно змінилася. Завдяки інтенсивному розвитку технологій і появі сучасних матеріалів у стоматології в лікарів з'явилися нові широкі можливості для збереження, відновлення та відтворення досконалих форм, кольору й міцності зубів, які раніше підлягали видаленню. Для цього в арсеналі сучасного стоматолога є матеріали, які мають такі основні якості:

- біологічна сумісність з організмом пацієнта;
- легкість використання на етапах технічного виготовлення конструкції;
- економічність (робота з цим матеріалом вигідна всім зацікавленим сторонам: лікарю, зубному техніку й пацієнту);
- механічна міцність при різновекторних навантаженнях, які виникають у порожнині рота при функції;
- естетичність (максимальне наближення в кольорі й формі до природного зуба).

Виготовлення сучасних протезів важко уявити без застосування технологій високоточного литва, фахівці, які володіють цим мистецтвом, досягають високої якості та успішного результату – найголовнішого в зубному протезуванні. Якісно виготовлений зубний протез повинен відповідати всім сучасним вимогам медицини й задовольняти як пацієнта, так і лікаря. Тому зубний протез, виготовлений із застосуванням сучасних технологій, зуботехнічного устаткування й стоматологічних матеріалів, є продуктом грамотної, продуманої організації технологічного процесу, головною ланкою якого є литво, виготовлене при суворому дотримуванні технологічного регламенту в умовах стоматологічної клініки, ортопедичного відділення, зубопротезної та ливарної лабораторії. Передові медичні установи розвинених країн уже давно не виготовляють так звані штамповано-паяні протези, і повернення до них немає. Тому найбільш актуальним питанням су-

часної стоматології залишається протезування з використанням ливарних технологій в ортопедичних конструкціях з біосумісних сплавів.

Якість суцільнолитих конструкцій зубних протезів значною мірою визначається дотриманням технологічного регламенту на етапі виготовлення окремих елементів протеза, методами литва по моделях, які виливаються, або на вогнетривких моделях. Для виготовлення високоякісного зубного протеза необхідна співпраця між виробником матеріалів, стоматологом, ливарником, техніком та пацієнтом. Якісно виконана робота підвищує довіру пацієнта до лікаря й додає йому впевненості, що він отримає якісне обслуговування в стоматологічному кабінеті. Такий взаємний контакт дозволяє досягти високих результатів та підтверджує актуальність і потребу вивчення та впровадження новітніх ливарних технологій у галузі стоматологічного протезування.

## ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ ЗУБОПРОТЕЗНОЇ ЛИВАРНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

Ортопедичне відділення та зубопротезна лабораторія розміщуються на одному поверсі. У лабораторії є приміщення для специфічних умов, які виникають на різних етапах виготовлення протезів. Самостійними кімнатами лабораторії є: основна кімната, кімната для гіпсування, кімната для формування, полімеризаційна, паяльна, ливарня.

**Основна кімната.** Кімната призначена та обладнана для виготовлення зубних протезів (моделювання, постановка зубів, оброблення протезів тощо). Висота робочого приміщення повинна бути не менша ніж 3 м. На кожного працівника слід виділяти не менше ніж 13 м<sup>3</sup> об'єму виробничого приміщення і не менше 4 м<sup>2</sup> площі.

Стіни основного приміщення лабораторії повинні бути пофарбовані олійною фарбою світлих тонів, підлога покрита лінолеумом. Вікна повинні відповідати низці санітарно-гігієнічних вимог: світловий коефіцієнт (відношення зашкленої поверхні вікна до площі підлоги) передбачається не менше ніж 1/5, вікна повинні розміщуватися на рівній відстані одне від одного та від вуглів будинку; верхній край вікна повинен знаходитися ближче до стелі (20-30 см); віконні перетинки повинні бути вузькі та довгі; робочі місця слід розміщувати так, щоб світло падало на них прямо або з лівого боку; відстань від місця роботи до вікон у приміщеннях, які освітлюються природним світлом, не повинна перевищувати триразової відстані від підлоги приміщення до верхньої межі віконного отвору, гранична ширина площі, що освітлюється вікнами з двох боків приміщення, повинна становити 15-18 м. Таких вимог слід дотримуватися, оскільки вони мають велике значення для здоров'я техніків, які виконують точну, «ювелірну» роботу з постійним напруженням зору.

**Робоче місце зубного техника.** Для зручного, швидкого й ефективного виконання всіх процесів, пов'язаних із виготовленням протезів, кожен зуб-



ний технік повинен мати індивідуальне робоче місце, що складається з лабораторного стола, поверхня якого покрита вогнетривким покриттям із вставкою з нержавіючої сталі. Поверхня стола повинна мати виріз для кращої ергономіки, по центру – спеціальний виступ для обрізки моделей - фінагель. Безпосередньо під вирізом – один чи два ящики для зберігання інструментів і збирання відходів гіпсу, пластмаси, обрізків металу.



Мал. 1 Стіл зубного техника 2-х місний EM – LT6C

На поверхні стола розміщують світильник - зліва чи безпосередньо над столом, шлейф-мотор та вбудовану бормашину, газовий пальник, електричний шпатель для розігріву та моделювання воску. До кожного робочого місця обов'язково повинна бути підведена вентиляція (витяжка). Стілець для зубного техника повинен обертатися, бути із спинкою. Оснащенню робочого місця зубного техника надається велике значення, оскільки тут технік проводить більшу частину свого робочого часу. Необхідно, щоб воно відповідало всім вимогам ергономіки, охорони праці і здоров'я.

Водночас із технічними вимогами слід ураховувати елементи естетики, сучасного дизайну.

**Полірувальна і паяльна кімнати.** Особливостями цих кімнат є розміщення столів зі шлейф-моторами для полірування протезів із сплавів металів, порошокловлювачів для полірування протезів із дорогоцінних металів. До всіх шлейф-моторів підводиться потужна порошокловлювальна система й добре освітлення.

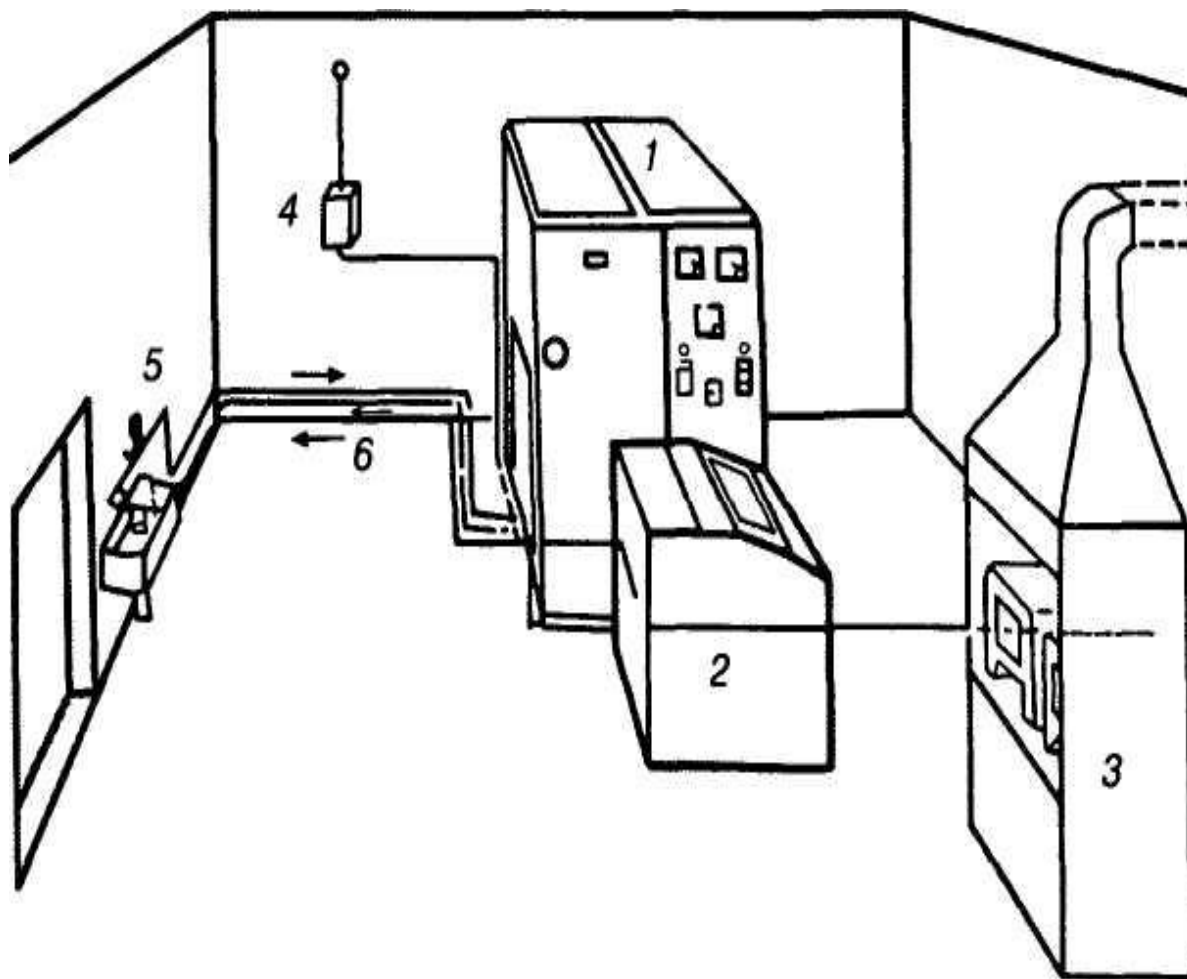


Мал. 2 Полірувальна, де розміщені шлейф-мотори для полірування протезів із металів та сплавів

Паяльна кімната повинна бути обладнана витяжною шафою, де встановлено паяльний апарат, компресор для автоматичної подачі бензину.

**Ливарня.** Широкі можливості для виготовлення різного виду протезів відкрилися завдяки створенню оригінального устаткування, де високочастотне індукційне плавлення сплавів металів поєднується з доцентровим литтям і новою технологією приготування форм для лиття.

Блок індукційних печей складається із металевого захисного корпусу, який має верхню кришку з оглядовим склом і бічні дверцята, закріплені гвинтами. У середині під кришкою є блок, у якому вбудований індуктор і затискачі для опоки з протилежного боку.



Мал. 3 Обладнання ливарної лабораторії. Схема розміщення основного обладнання високочастотної зубопротезної ливарні; 1 - високочастотний генератор; 2 - високочастотні печі; 3 - витяжні шафи з муфельними печами для прожарювання; 4 - ввід трьохфазної напруги 220 або 380 В; 16 кВт; 5 - водопровід; 6 - зворотні труби; 7 - шини заземлення

Щодо вікон треба враховувати такі санітарно-гігієнічні вимоги: 1) світловий коефіцієнт (відношення заклоєної поверхні вікон до площі підлоги) повинен бути не менше  $\frac{1}{3}$ ; 2) для більш рівномірного розподілення світла вікна повинні розміщуватися по можливості на однаковій відстані одне від одного й від вуглів будівлі; 3) верхній край вікон повинен розміщуватись як можна ближче до стелі (20 - 30 см); 4) кут падіння світлових

променів, утворений падаючим світловим потоком і горизонтальною площиною, тобто його нахил до горизонту повинен бути на робочому місці не менше 25 - 27 градусів; 5) робоче місце треба розміщувати так, щоб світло падало з лівої сторони працюючого; 6) відстань робочих місць у приміщеннях, які освітлюються кутовим натуральним світлом, не повинна перебільшувати трьохразову відстань від підлоги приміщення до верхньої межі віконного отвору; 7) максимальну ширину приміщення 15 - 18 метрів.

У процесі планування головного приміщення ливарної лабораторії треба передбачати витяжну шафу для виконання робіт, пов'язаних з видаленням газів при виплавці воску з ливарних форм і подальшому їх нагріву до потрібної температури. Під час обробки отриманих відливок на піско-струменевому апараті виділяється пил, який повинен відсмоктуватися у витяжній шафі. Щоб запобігти загрозадженню приміщення, витяжну шафу бажано розміщати в стінній заглибині. Витяжну шафу бажано робити з подвійним перекриттям. Перше перекриття повинне бути перфорованим, а друге – суцільним. Гази й пил поступають у проміжок між перекриттям через перфорацію й звідти відсмоктуються спеціальною вентиляційною установкою. При обладнанні приміщення лабораторії необхідно передбачати спеціальні вентиляційні установки, підводку гарячої та холодної води з кранами-змішувачами. Для підключення всього обладнання й приладів освітлення треба зробити закриту електропроводку з урахуванням усіх норм і вимог техніки безпеки. Робочий стіл у ливарній лабораторії повинен бути висотою 75 – 80 см, щоб за ним було зручно працювати сидячи.

## ОХОРОНА ПРАЦІ

У нашій країні питанням охорони здоров'я надається велика увага. Особливо значне місце займають заходи по створенню безпечних умов праці. Ливарна лабораторія - це виробництво, де на відносно невеликих площах здійснюються різні технологічні процеси, при цьому використовуються речовини й матеріали з найрізноманітнішими фізичними й хімічними властивостями. При ряді технологічних операцій може виникати небезпека для здоров'я ливарника. Уражуючими факторами можуть бути летючі уламки ріжучих інструментів, краплі розплавленого металу. Також мають шкідливу дію випари кислот, лугів. Щоб запобігти шкідливому впливу вищезгаданих чинників на окремі органи та системи організму, ливарне виробництво повинне бути організовано з дотриманням всіх необхідних мір безпеки праці. З цією метою для ливарної лабораторії розроблені інструкції з техніки безпеки (Додаток 1).

До роботи допускаються особи, які досягли 18-річного віку, вивчили та знають будову та правила експлуатації ливарного обладнання, пройшли інструктаж з охорони праці.

Засоби захисту ливарника можуть бути індивідуальними й загальними. Індивідуальні засоби включають використання спецодягу, захисних окулярів, респіраторів і рукавичок. До загальних відноситься штучна й природня вентиляція (Додаток 2).

За недотримання інструкції працівник може бути притягнутий до адміністративної відповідальності.

## ОБЛАДНАННЯ ЛИВАРНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

Для забезпечення високої якості литва, ливарна лабораторія повинна відповідати всім сучасним прогресивним технологічним вимогам.

При виборі ливарної установки необхідно враховувати ряд характеристик, які при подальшій практичній роботі матимуть велике значення для забезпечення необхідної якості виконаних робіт. Перевага віддається ливарним установкам з індукційним нагрівом. При цьому бажано, щоб охолодження індуктора проводилось за допомогою вмонтованого циркуляційного агрегату, щоб виключити залежність від зовнішнього водопостачання. Дуже зручно працювати на установках, де передбачений контроль і стабілізація температури плавлення, що виключає можливість помилок при визначенні температури заливки металу. Бажано мати механізм швидкої переналадки під опоки різного розміру й балансування центрифуги.

Велике значення для забезпечення необхідної якості ливарних робіт має муфельна піч. При виборі муфельної печі необхідно звернути увагу на наявність мікропроцесорного контролера температури. З точки зору економії електроенергії потужність муфельної печі повинна бути в межах 3 кВт.

При виконанні прецезійних ливарних робіт використовуються фосфатні пакувальні матеріали, для замішування яких потрібен вакуумний міксер. Вибір вакуумного міксера особливих вимог не потребує.

## Ливарна індукційна вакуумна установка Herakast IQ



Мал. 4 Ливарна індукційна вакуумна установка Herakast IQ

Herakast IQ – нова високоінтелектуальна ливарна установка. При роботі використовується метод лиття, у якому одночасно використовується і вакуум, і тиск. Порівняно з іншими методами, він має суттєві переваги: безпечне плавлення металів у вакуумному середовищі й відливка під дією тиску; контроль за температурою плавлення металів; виключення втрат металу при литті; виключення попадання в ливарний об'єкт керамічних або графітових частинок; можливість плавлення малої кількості металу; нема потреби в додатковій кількості металу в ливарному конусі (депо); розміщення об'єкта лиття відносно напрямку потоку розплавленого металу не має значення; максимально однорідна структура відливки; використання вакууму й тиску зменшують помилки при литті.

## Індукційна ливарна установка Fornax, BEGO, Германія.



Мал. 5 Індукційна ливарна установка Fornax, BEGO, Германія.

Компактний, настільний відцентровий апарат для лиття, з потужним індукційним нагрівом; зручна панель керування з дисплеєм; великий запас потужності при незначному споживанні електроенергії; оптимальна температура лиття для всіх наявних стоматологічних сплавів, крім титану, охолодження за допомогою підключення до зовнішньої системи водопостачання або від циркуляційного агрегату BEGO; регулятор для поступового включення нагріву для керамічних і графітових тиглів; швидка переналадка на різні розміри кюветів; економія ресурсів за рахунок автоматичного відключення води при холостому ході.

### Технічні характеристики

Напруга	220 – 240 В
Частота змінного струму	50Гц
Потужність	3600 Вт
Температура лиття	1550 °С
Вага	60 кг



## Ливарна установка Dukatron, Франція



Мал. 6 Ливарна установка Dukatron, Франція

Dukatron – низькочастотна ливарна установка з індукційним генератором на тїрїсторах, з відцентровим механїзмом відливу металу.

Переваги: автоматична система балансування за рахунок противаги на задній частинї кронштейна; тїрїсторний генератор з дуже високим ККД – 90%; стабільна вихїдна потужнїсть; частота роботи генератора (135 кГц) забезпечує найкраще перемїшування металу пїд час плавки, що гарантує однорїднїсть розплаву й виключає поверхневий перегрїв металу; просте управлїння за допомогою мембранних клавїш; плавне регулювання потужностї.

### Технїчні характеристики

Напруга	-	220 – 240 В
Частота змїнного струму	-	50Гц
Потужнїсть	-	2500 Вт
Температура лиття	-	1500°C
Захист розплаву вїд окислення аргоном		
Вага	-	110 кг

**Ливарна індукційна вакуумна установка SEIT DS1 TECNO-GAZ,  
Італія**



Мал. 7 Ливарна індукційна вакуумна установка SEIT DS1 TECNO-GAZ

Електронна, працює на середніх частотах індукційних струмів. Використання середніх частот під час лиття дозволяє отримати досить високу якість у результаті гомогенізації сплаву, який не може згоріти, незалежно від типу використання тигля. Установка дає можливість використовувати будь-який вид тиглів (керамічні, графітові). Мінімальне використання електроенергії дозволяє схемам працювати без догляду чи заміни тривалий час.

**Стандартні характеристики**

Блок управління двигуном;

Блок управління швидкістю;

Набір підставок для циліндрів;

Щипці для циліндрів із нержавіючої сталі.

## Ливарна індукційна вакуумна установка SEIT DS1 PLAS-TECNO-GAZ,

Італія



Мал. 8 Ливарна індукційна вакуумна установка SEIT DS1 PLAS-TECNO-GAZ

Універсальна індукційна машина, що сконструйована з урахуванням найширшого спектра вимог зуботехнічної лабораторії. Електронний пристрій автоматично регулює налаштування машини для будь-якого стоматологічного сплаву й тиглів.

Стандартні характеристики

Знижена частота лиття для отримання кращих результатів без заміни структури сплаву чи вигорання

Конструкція відповідає стандартам безпеки

Покращений, зручний для управління дизайн панелі

Мінімальне використання енергії з високою віддачею (не менше ніж 95%).

**Ливарна індукційна вакуумна установка ASM 20-TECNO-GAZ,  
Італія**



Мал.9 Ливарна індукційна вакуумна установка ASM 20-TECNO-GAZ

Повністю автоматизована та комп'ютеризована установка. Дозволяє проводити лиття дорогоцінних, напівдорогоцінних і недорогоцінних металів, а також металів із вмістом титану. Установка оснащена портом для під'єднання принтера та виходом для газу аргону.

Технічні характеристики

Повітряний тиск - 6 Бар

Вакуум – 0,7 Бар

Температура – 0-1600°C

**Ливарна індукційна вакуумна установка ASM 15-TECNO-GAZ, Італія**

Напівавтоматична вакуумна ливарна установка. Перевертання тигля здійснюється в ручному режимі, решта фаз процесу лиття відбувається автоматично.

Технічні характеристики такі ж самі, як у ASM 20-TECNO-GAZ

## **Ливарна індукційна вакуумна установка NEOCAST-TECNO-GAZ, Італія**

Мобільна установка, має коліщата, оснащена столиком для плавлення, балонами для кисню й пропану, підставкою для аксесуарів та стійкою для пальника. Дозволяє проводити лиття всіх сплавів дорогоцінних, недорогоцінних, сплавів із вмістом титану.

## **Ливарна індукційна вакуумна установка ДАКО, Італія**



Мал. 10 Ливарна індукційна вакуумна установка ДАКО

Використовується для лиття титанових сплавів. Для роботи в установці використовують спеціальну пакувальну масу «TIKOATS+L». Для роботи опоку нагрівають за схемою: за кожну 1 хв температуру піднімають на 5°C до 250°C і витримують за даної температури 30 хв. Далі кожну хвилину температуру піднімають на 5°C до 1000°C і витримують за даної температури 40 хв. У муфельній печі опоку охолоджують протягом 1,5 год до температури 250°C. Після цього етапу опока готова для подальшого технологічного процесу. Опoку поміщують у ливарну установку, вносять необхідну кількість металу в тигель для плавлення. Виконують автоматичне очищення ливарної

камери аргоном (таке очищення проводять п'ять разів), потім вимикають нагрівання установки. Необхідно зазначити, що температуру можна підіймати до 2000°C. Плавлення металу проходить за температури 1700°C. Метал плавиться протягом 1-2 хв. Перевірку ступеня розплавлення титану проводять візуально. Опускання ручки вниз одночасно вимикає центрифугу і метал надходить в опоку. Після завершення процесу литва кришку ливарної установки відкривають через 3-5 хв, коли температура знизиться приблизно до 1000°C. Таке охолодження необхідно проводити в аргоновому середовищі для запобігання утворенню оксидних плям на поверхні каркаса зубних протезів. Опоку виймають із ливарної установки і, використовуючи піскоструменевий апарат, проводять очищення литва від пакувальної маси. Для очищення використовують пісок  $Al_2O_3$ .

### **Ливарна індукційна вакуумна установка DOR-A-MATIC, Німеччина**



Мал. 11 Ливарна індукційна вакуумна установка DOR-A-MATIC

Має п'ять робочих програм. Для литва титану використовують три програми, які працюють в автоматичному режимі. І програма дозволяє

проводити лиття з кількістю титану від 16 до 26 г, II – кількість титану 34г, III – 40 г, IV програма дозволяє проводити плавлення таких сплавів, як КХС, НХС, а також титану, V програма дозволяє лиття золотовмісних сплавів. Необхідно пам'ятати, що IV і V програми не автоматичні, а ручного управління. Плавлення металу проходить шляхом електродугового плавлення. У якості нагрівального елемента виступає вольфрамовий електрод. Для плавлення титану використовують мідний тигель, а для плавлення КХС, золотовмісних сплавів – мідний тигель із керамічними вставками. Ливарна установка оснащена 2 камерами, що розміщені одна над одною: у верхній проходить плавлення металу, у нижній розміщують опоку. Між двома камерами, для створення вакууму, у верхню частину опоки поміщають графітову прокладку (кільце). Опоку разом з прокладкою автоматично притискають до верхньої камери.

У камері для плавлення металу можна досягати температури 2000°C, або проводити плавлення за 200 А. Ливарна установка оснащена автоматичним відкачуванням кисню спочатку від 0 до -1 (ступінь вакууму), а потім від -1 до 0 закачуванням у камери аргону. Вольфрамовий стрижень розміщений по центру тигля, у якому є титан для плавлення. Відстань між вольфрамовим стрижнем і титаном має бути 5-6 мм – вона вважається оптимальною. Контроль за плавленням титану проводиться візуально. Розлив титану здійснюють в автоматичному режимі. Під час плавлення титану, КХС, НХС максимальна кількість металу не повинна перевищувати 120 г. У разі проведення плавлення золотовмісних сплавів, максимальна кількість металу не повинна перевищувати 80 г. Застосування ливарної установки DOR-A-MATIC передбачає використання пакувальної маси «Biotan» Vest C I B фірми «Shuts Dental» при литві титану. Дана маса використовується під час литва коронок і каркасів мостоподібних протезів. Підготовка опоки до процесу литва проходить за такою схемою: у програмованій муфельній печі підвищують температуру на 5°C за 1хв до 300°C і витримують

за цієї температури 30 хв. Далі проводять підвищення температури на  $5^{\circ}\text{C}$  за 1хв до  $882^{\circ}\text{C}$  і витримують за даної температури 30 хв. Потім проводять охолодження опоки в муфельній печі до  $450^{\circ}\text{C}$  протягом 30 хв. Після того підготовлена таким чином опока готова до подальших етапів литва металу. Опоку спеціальним тримачем переносять із муфельної печі в ливарну установку й розміщують у нижню камеру, у верхній камері вже є метал. Камери закривають. Згідно з вибраною програмою ливарник вмикає установку, і далі процес плавлення та розливки металу проходять в автоматичному режимі. Процес плавлення та розливки золотовмісних сплавів, як уже зазначалося, може проводити за допомогою V програми ручного управління ливарної установки. Процес плавлення проводять при напрузі 10-20А, з використанням вольфрамового електрода, який рухається за годинниковою стрілкою по зовнішньому краю керамічної вставки тигля. Відстань електрода в найвищій точці має становити 3 мм. Необхідно нагадати, що ливарна установка забезпечує візуальний контроль за процесом плавлення золотовмісних сплавів. Розплавивши золотовмісний сплав, ливарник натискуванням на кнопку вмикає процес розливу металу за допомогою вакууму. Усі наступні технологічні етапи не відрізняються від описаних раніше.

#### Технологія литва кобальто-хромових та нікель-хромових сплавів.

Процес здійснюється за IV програмою ливарної установки. Керування технологічним процесом відбувається в ручному режимі. Плавлення проходить в аргоновому середовищі з параметрами напруги від 10 до 100 А. Усі інші технологічні етапи підготовки опоки до литва й сам процес не відрізняються від описаних раніше.



## Піч муфельна МП - 60

МП-60, МП-62



Мал. 12 Піч муфельна МП – 60

Піч муфельна МП – 60 з програмованим мікропроцесорним управлінням, на базі регулятора ПР – 03, ідеально підходить для використання в ортопедичній стоматології. Піч працює за 8 незалежними програмами з 4 температурними рівнями в кожній з них. Передбачене попереднє затримання включення нагріву від 0 до 100 годин. Програмується температура, включення й виключення витяжки.

### Технічні характеристики

Максимальна робоча температура - 1150°C

Час виходу на 900°C – 70хв

Час виходу на 1500°C – 100хв

Розміри робочої камери – 110x220x230

Напруга живлення – 220 В, 50 Гц

Потужність споживання – 2400 Вт

## Піч муфельна СНОЛ – 7.2 - 1100



Мал. 13 Піч муфельна СНОЛ – 7.2 - 1100

Піч муфельна СНОЛ - 7.2-1100 призначена для проведення аналітичних робіт і різних видів термообробки в усіх галузях промисловості й сільського господарства, у заводських і дослідних лабораторіях. Особливості муфельної печі: мікропроцесорний контролер температури; керамічна обшивка робочої поверхні; високоякісні термоізоляційні матеріали; блокування дверей; низьке енергоспоживання; можливість підключення до комп'ютеру.

Технічні показники

Максимальна робоча температура - 1100°C

Потужність – 3,3 кВт

Кількість фаз – 1

Напруга живлення – 220 Вт

Середовище в робочому просторі – повітря

Час нагріву печі до номінальної температури – 50 хв

## Піч муфельна СНОЛ 15-1300



Мал. 14 Піч муфельна СНОЛ 15-1300

Піч СНОЛ 15-1300 призначена для проведення аналітичних робіт і різних видів термообробки в усіх галузях промисловості й сільського господарства, у заводських і дослідних лабораторіях.

Особливості муфельної печі: мікропроцесорний контроль температури; керамічна обшивка робочої зони; високоякісні термоізоляційні матеріали; блокування дверей; низьке енергоспоживання; можливість підключення до комп'ютеру.

### Технічні характеристики

Максимальна температура - 1300°C

Потужність - 3,9 кВт

Напруга живлення - 220 В

Частота змінного струму - 50 Гц

Середовище в робочому просторі – повітря

Час нагріву печі до номінальної температури - 50 хв.

Діапазон автоматичного регулювання температури 100 – 1100

Матеріал робочої камери – кераміка

Розміри робочої камери 250x300x200

## ФОРМУВАЛЬНІ СУМІШІ

Технологічним етапом, який передує литву металевих каркасів, є формовка. Формовка – це процес виготовлення форми для литва металів, а формувальна маса є матеріалом для цієї форми. Правильний вибір і використання формувальних матеріалів має вирішальне значення для отримання якісних відливок.

Формувальні матеріали повинні точно відтворювати конфігурацію й рельєф моделі, не утворювати відшарування, добре зволожувати моделі, не сприяти хімічним змінам відливок, забезпечувати теплове розширення ливарної форми при температурі 900°C не більше 1,7% і достатню її міцність.

Ливарна форма має бути стійкою до утворення тріщин і не повинна руйнуватися під час виплавки модельного матеріалу, прокалювання й заливки форми металом. Мати достатню газопроникність і забезпечувати вільний витік газів під час прокалювання й заливки її металом, бути вогнетривкою, витримувати температуру не менше 1700° С, не деформуватись при сушці й прокалюванні, не утворювати пригарів на відливках, забезпечувати чистоту й гладкість поверхні відливок.

До вогнетривких матеріалів, які відповідають таким вимогам, відносяться:

1. Порошкоподібний кварц (маршаліт) – дрібнозернистий порошок, який повинен повністю проходити через сито 0,1. Вміст двоокису кремнію повинен бути не менше 98%. Він повинен бути ретельно очищеним від домішок окислів кальцію, магнію, заліза, лужних металів, а потім прокалений при температурі 900°C протягом 2 годин. Збільшення складу домішок у маршаліті вище 1,5% приводить до браку відливок. Порошкоподібний кварц (маршаліт) використовують у якості вогнетривкої основи формувальної суміші.

2. Кварцовий пісок марок 1КО2, 2КО2, відмитий від сторонніх домішок і прокалений при температурі 900°C, використовують для обсіпки блоків з метою зміцнення вогнетривкої оболонки, а також у якості наповнювача форми. Вміст глини в піску повинен бути не більше 1%.

Для отримання вогнетривкої обмазки в якості зв'язуючого матеріалу використовується етилсилікат.

Силікатні формувальні матеріали. Етилсилікатними називають формувальні суміші, у яких зв'язуючим матеріалом служить розчин етилсилікату. Етилсилікат – це прозора рідина із запахом ефіру, продукт реакції етилового спирту з чотирьох хлорним кремнієм. Етилсилікат у чистому вигляді не є зв'язуючим, а являє собою похідний матеріал для отримання зв'язуючих розчинів при проведенні реакції гідролізу.

Гідроліз – це процес заміщення етоксильних груп ( $C_2H_5O$ ) гідроксильними (ОН). Етилсилікат гідролізується будь-якою кількістю води. Залежно від її кількості отримують різні за складом, фізичними і технологічними властивостями зв'язуючі розчини. Кількість води, взятої для гідролізу того чи іншого силікату, головним чином визначає властивості отриманих зв'язуючих розчинів, властивості оболонок і технологію сушки. Етилсилікат і вода не розчиняється одне в одному, і тому гідроліз етилсилікату для отримання зв'язуючих розчинів проводять розчиняючи воду в спирті або ацетоні. Для прискорення реакції гідролізу використовують каталізатор – соляну кислоту. Вміст соляної кислоти в розчині 0,2 – 0,3%. Необхідні матеріали для гідролізу наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

### Матеріали для гідролізу

Матеріал	Призначення
Етилсилікат	Вихідний матеріал
Вода	Гідроліз
Розчинник – ацетон або спирт	Реакційне середовище
Соляна кислота	Каталізатор гідролізу

Реакцію роздільного гідролізу виконують таким чином.

Для етилсилікату – 40. Підготувати підкислену воду, змішуючи 955 мл дистильованої води й 45 мл соляної кислоти. Залити в гідролізер 600 мл етилового спирту й 45мл підкисленої води. Ретельно перемішувати протягом 10 хв. Після цього в отриманий розчин додати 350мл етилсилікату-40 і продовжувати перемішувати до моменту, коли температура розчину підвищиться до 40 – 45°C. Гідролізований розчин етилсилікату-40 перелити в скляну тару й можна використовувати через 24 години.

Для етилсилікату-32. Реакція проводиться в тій же послідовності, що і для етилсилікату - 40, але з іншими пропорціями складових компонентів. Підкислена вода - 985 мл дистильованої води і 15 мл соляної кислоти, спирт етиловий – 300 мл, етилсилікат - 32 - 600 мл, підкислена вода – 100мл. Для приготування вогнетривкої суспензії змішують у вакуумному міксері гідролізований розчин етилсилікату й маршаліту в співвідношенні 1:2 протягом 5 – 10 хв. Зберігають вогнетривку суспензію при температурі 15-20 градусів. Технологія гідролізу етилсилікату з одночасним приготуванням вогнетривкої обмазки називається сумісним гідролізом. Технологічні етапи приготування вогнетривкої обмазки методом сумісного гідролізу приведені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Етапи приготування вогнетривкої обмазки методом сумісного гідролізу**

<b>Технологічні етапи сумісного гідролізу</b>	<b>Складові компоненти і їх кількість</b>	<b>Час змішування в міксері</b>
1	Вода дистильована – 3,7 мл Спирт етиловий – 33,9 мл	2 – 3 хв
2	Маршаліт – 60 г	5 – 7 хв
3	Етилсилікат – 32 – 50 мл Маршаліт – 140 г	20 – 30 хв
4	Сірчана кислота – 0,75 мл	2 хв
5	Соляна кислота - 0,27 мл	2 хв
6	Видалення повітря (вакуумування)	10 хв

Оболонки, які будуються при використанні маршаліту й гідролізованого розчину етилсилікату, повинні відповідати таким вимогам: точність відтворення рельєфу поверхні, міцність, термічна й хімічна стійкість, газопроникність.

Точне відтворення мікрорельєфу поверхні й конфігурації моделей забезпечується при рясному зволоженні та надійному прилипанні суспензії до поверхні моделі, а також відповідному зернистому складі порошкоподібної складової.

Внаслідок дії сил зволоження тонкий шар суспензії точно відтворює поверхню моделі й утримується на ній. Чим більші сили зціплення, діючи між молекулами поверхні моделі й молекулами рідини, тим краще рідина зволожує поверхню. Зволоження визначає форму краплини рідини на поверхні й кількісно характеризується кутом  $\alpha$ . При  $\alpha > 90^\circ$  рідина не зволожує поверхню. Зі зменшенням кута  $\alpha$  тіло зволожується краще. При куті  $\alpha = 0^\circ$  проходить повне зволоження рідиною.

При слабкому зволоженні моделі суспензією, повітря, яке оточує модель, не витісняється, а залишається на поверхні у вигляді бульбашок і утворює шароподібні вкраплення в оболонці, які після литва проявляються у вигляді кульок. Використання дуже густої суспензії також сприяє проявленню цього дефекту.

Надійне прилипання суспензії та якісне відтворення поверхні моделі досягається у випадку, коли кут зволоження  $\alpha < 45^\circ$ , а умовна в'язкість суспензії знаходиться в межах 25 – 60 сек по віскозиметру ВЗ-4.

Для кращого зволоження воскових моделей, а в результаті більш якісного відтворення в металі форми, необхідно:

- 1) промивати воскові моделі в мильній воді, бензині, спирті або ацетоні;
- 2) вводити в суспензію поверхнево-активні добавки, які зменшують поверхневий натяг і покращують зволоження. Наприклад, добавка

- 0,08% поверхнево-активної речовини ОП-7 або ОП-10 до гідролізованого розчину етилсилікату зменшує кут змочування до 25 – 45°;
- 3) нанесення на блок моделей «нульового» шару суспензії, тобто без обсіпки. Після його просушки продовжують формувати оболонку звичайним методом;
  - 4) обсіпати перший шар оболонки матеріалом з розміром зерен не більше 0,1 - 0,12мм. Пилоподібна складова суспензії повинна мати зерна розміром  $\approx 1$  мкм;
  - 5) чим вище вимоги до чистоти поверхні відливки, тим дрібніша повинна бути пилоподібна складова суспензії.

### Міцність

В оболонці, яка затверділа, через розширення або усадку моделей виникають напруги розтягування й стиснення. Особливо великі напруги можуть виникати при виплавленню моделей, коли розширення моделювального матеріалу (воску або пластмаси) досягає максимальної величини. Якщо напруга досягає межі міцності оболонки, вона буде руйнуватися, з'являться тріщини. Тріщини – найчастіший дефект. Після виплавлення моделі, оболонку заформовують у наповнювач. Міцність її повинна бути достатньою, щоб протистояти механічній дії наповнювача в цей момент. Тиск на оболонку в результаті термічного розширення наповнювача може стати таким сильним, що в оболонці виникнуть тріщини. Можлива деформація оболонки, якщо вона недостатньо жорстка. Метал під час заливки й після заливки до початку твердіння спричиняє тиск на оболонку з середини й може її зруйнувати.

Таким чином, оболонка повинна мати достатню міцність, щоб протидіяти розмиваючій дії затікаючого металу. Після твердіння металу оболонка повинна бути податна, щоб не перешкоджати його усадці. Недостатньо податна, занадто міцна оболонка може спричинити настільки великий



опір усадці відливок, що в останній виникають тріщини. Вимоги міцності оболонки в гарячому стані і її податності суперечливі. При литті по моделях, що виплавляються, попередити тріщини у відливках можна, зменшуючи міцність оболонки до допустимої межі, або підвищити температуру форми для того, щоб уповільнити охолодження відливки. Повільне охолодження в гарячих формах попереджує утворення тріщин.

### Термічна стійкість

При прогріванні оболонки, особливо без наповнювача, її зовнішні шари нагріваються до більш високих температур і, звичайно, розширюються. Але цьому розширенню заважають внутрішні шари, більш холодні. В останніх виникають розтягувальні напруги, які при значному перепаді температур (різкому нагріві) можуть перевищити межу міцності, і в оболонці виникають мікротріщини. Мікротріщини далеко не завжди приводять до руйнування оболонкової форми. На початку заливки металу й через деякий час після заливки контактна поверхня оболонки нагрівається до температури металу, тобто контактний шар сприймає тепловий удар. Температура наступних шарів, жорстко зв'язаних з контактним шаром, деякий час залишається початковою. Внаслідок великого температурного перепаду по товщині оболонки в контактному шарі виникають стискаючі напруги, а в зовнішньому шарі – розтягуючі. Вони можуть перевищити межу міцності оболонки з утворенням тріщин зовні й розповсюдженням їх на всю товщину. Таким чином, причинами руйнування оболонки є термічний перепад по товщині оболонки й неможливість термічного розширення.

Термічна стійкість – один з найважливіших показників оболонки. Розрахунки й практика показують, що головним фактором, що визначає термостійкість, є коефіцієнт термічного розширення оболонки й різниця температур металу й форми.

Окремо необхідно розглянути термостійкість кварцових форм. Кварц, як відомо, суттєво відрізняється від усіх вогнетривких окислів і

з'єднань тим, що при нагріванні піддається ряду поліформних перетворень. У технології лиття найбільш суттєві два перетворення, які проходять з великою швидкістю.

При температурі 573°C внаслідок переходу β-кварцу в α-кварц лінійні розміри оболонки різко збільшуються. У шарах її, прогрітих вище 573° С виникають стискаючі, а нижче 573° С – розтягуючі. В останніх, як правило, виникають тріщини, і оболонкові форми можуть руйнуватися. Якщо не відбулося руйнування, міцність форм зменшується. Поступовий нагрів у інтервалі температур 500 – 650° С зменшує вірогідність утворення тріщин.

До силікатних формувальних матеріалів для литва металів та сплавів відносять: «Формоліт» для відливки зубів та деталей з нержавіючої сталі, «Бюгеліт» для відливки моделей при виготовленні суцільнолитих дугових протезів з КХС.

Фосфатні формувальні матеріали складаються з порошку (цинк-фосфатний цемент, кварц мелений, кристобаліт, окисел магнію та інші) і рідини (фосфорна кислота, вода, гідрат окислу алюмінію). Фосфатні формувальні матеріали компенсують усадку при охолодженні металів.

Застигання фосфатних форм при температурі 20°C залежно від їх складу продовжується приблизно 10-15 хв. При більш високих температурах цей час скорочується, а при нижчих - збільшується.

Форми з фосфатних матеріалів не мають властивості гігроскопічного розширення. Випалювати воскову модель потрібно при поступовому підвищенні температури. В іншому випадку можливе розширення та розтріскування форми, псування її газовими пухирцями, які виникають при розпаді залишків воску.

Приклади фосфатних пакувальних матеріалів:

**Белоформ** – фосфатна формувальна маса. Ливникова форма, яка з неї виготовлена, має компенсувальне розширення при 900 °С 2,1%, міцність при стискуванні 5 МПа, початковий час твердіння 7-10 хв. Склад:

чисті сорти кремнезёма, вогнетривкі в'язучі речовини, колоїдна рідина з модифікуючими добавками.

Призначення. Для виготовлення високоточної ливникової форми, що використовується для відливки цільнолитих незнімних протезів з тугоплавких сплавів з наступним облицюванням керамікою або пластмасою.

**Силікан** – універсальна формувальна маса на основі фосфатного зв'язувального матеріалу, кварцу й кристобаліту виробництва „Спофа Дентал” (Чехія) застосовується для лиття хромокобальтових і нікельхромових сплавів.

**Силікан-Г** – фосфатна формувальна маса, яка складається з найчистіших зразків кварцу й вогнетривкого зв'язувального матеріалу. Зернистість формувальної маси підібрана з таким розрахунком, щоб тривалість твердіння, міцність форми після спікання й зміна об'єму були оптимальними для лабораторного виготовлення протезів із високотемпературних сплавів.

Для замішування силікану використовують дистильовану воду й рідину Силісан у співвідношенні 1:1, так як у цьому випадку ливарна форма повністю компенсує температурні зміни сплаву.

**Пауер Кест** – це дрібнозернистий, вільний від вуглецю формувальний матеріал, який забезпечує швидке вигорання й створює безопочним методом міцну ливарну форму. Він витримує швидкий нагрів, дозволяє отримувати точні відливки з високою чистотою поверхні, поліровка й обробка яких потребує мінімальних затрат часу. Рідина для замішування надає формі високий коефіцієнт розширення, необхідний для лиття неблагородних сплавів. Оптимальна концентрація рідини для безопочного методу повинна складати не більше 80 %.

**Бела вест-СН** – фосфатна прецезійна формувальна маса з можливістю швидкого й традиційного нагріву для лиття коронок і каркасів мостовидних протезів. Для замішування формувальної маси використовується рідина Бегосол. Розглянемо процес паковки на прикладі даного матеріалу.

Підготовка до паковки. Воскову модель із ливниками зафіксувати на цоколі таким чином, щоб відстань до стінок і верхнього краю кільця складала не менше 5 мм. Обробити восковий каркас тонким шаром препарату Ауорофілм і висушити.

Паковка. Рідина Бегосол чутлива до низьких температур (температура зберігання й транспортування від +5 до +35°C). Перед замішуванням сполоснути чистий стакан для пакувальної маси водою й протерти. Брудні або сухі стакани вбирають вологу з пакувальної маси.

Підготувати рідину й додати в неї порошок, попередньо перемішуючи вручну протягом 30 сек. Потім продовжити перемішування у вакуумному міксері при швидкості 350 обертів за хвилину протягом 1 хвилини. Після цього тримати під вакуумом 30 сек без перемішування. При температурі навколишнього середовища більше 20° робочий час зменшується. На вібростолі муфельні кільця ретельно заповнити формувальною масою при мінімальній вібрації. Після заповнення вібрацію виключити. При використанні безопочного методу необхідно максимально швидко звільнити опоку від силіконового кільця після повного твердіння пакувальної маси (при 20° С приблизно через 15 хвилин).

Співвідношення рідини й порошку при замішуванні:

белавест – 100 гр

рідина - 25 мл

Змінюючи співвідношення Бегосолу й дистильованої води, можна регулювати розширення. Чим більше Бегосолу, тим більше буде розширення.

Нагрів сформованих кювет у муфельній печі проводити при температурі 900° С протягом 30 – 60 хв.

Гіпсові (сульфатні) формувальні матеріали. Основними компонентами цих матеріалів є гіпс та окис кремнію. Суміші мають від 25 до 45% гіпсу, вміст окису кремнію складає від 55% до 75%. Вона надає формувальній масі термостійкість та обумовлює розширення форми при нагріві. Окис

кремнію знаходиться у двох кристалічних модифікаціях: кварц та кристобаліт, які взаємо-зворотні.

У якості регуляторів розширення та швидкості схоплювання у формувальні суміші додають різні добавки до 2% (борна кислота, тартрат натрію, хлористий натрій).

Під час затвердіння гіпсові формувальні суміші розширюються в межах 0,1 – 0,45%.

Термічне розширення форми є основною умовою компенсації усадки сплавів під час литва. Для створення об'ємного розширення форму перед роботою піддають термічній обробці. Якщо формувальний матеріал містить кварц, то форма нагрівається до 700 °С, а якщо кристобаліт – до 450 °С. Формувальні матеріали на основі кристобаліта мають переваги перед кварцевими. Вони розширюються більше та можуть повністю компенсувати усадку золотих сплавів.

Величина термічного розширення залежить від співвідношення порошку та води при замішуванні формувальної маси. При густому замішуванні термічне розширення більше.

Після закінчення литва при охолодженні форми відбувається велика усадка, яка перевищує попереднє термічне розширення, але вона не змінює розмірів твердої відливки, тому що матеріал достатньо твердий, щоб витримати усадку відносно слабкої оболонки.

Кристобаліт може викликати термічне розширення формувальної маси до 1,6%, кварц – до 1,4%.

Виготовлена форма повинна мати достатню міцність, щоб витримати тиск, що виникає при заливці розплавленого металу (не менш 55 кгс/см).

Гіпсувальні формувальні суміші мають низькі супротивоогняні якості, які обумовлені термічною нестійкістю гіпсу. Уже при 1000 °С він розпадається на окисли кальцію та сірки. Ці продукти, впливаючи на сплав, погіршують його якості та викликають корозію. Усадка золотих сплавів складає 1,25%, розширення гіпсового формувального матеріалу компенсує

його. Усадка нержавіючої сталі складає 2,7%, розширення гіпсових формувальних матеріалів вже не може її компенсувати, тому гіпсові формувальні матеріали застосовують при литві нержавіючої сталі та хромокобальтових сплавів.

До гіпсових формувальних матеріалів відносяться: Силаур, ТГС (термостійка гіпсова суміш) та інші.

## ЛИТВО

Кожен зубний протез індивідуально виготовляється згідно з вимогами лікаря - стоматолога. Вкладка, накладка, коронка, каркас мостоподібного протезу - це індивідуально виготовлений із воску об'єкт, який є основою для заміщення дефектів твердих тканин або втрачених зубів, як можна точніше відповідає оригіналу за медичними показниками і бажанню пацієнта.

Найважливішим параметром зубного протеза є його функціональність, естетичність, біосумісність. Використання матеріалів, які не відповідають цим вимогам, недопустимо. Каркаси зубних протезів моделюють на робочій моделі, що відповідає клінічній ситуації в порожнині рота з воску або спеціальної пластмаси. Найбільш економний і внаслідок цього найчастіше використовується метод лиття індивідуальних каркасів з металу. Виготовлені з воску або моделювальної пластмаси каркаси фіксують у термостійкій формувальній суміші.

Допоміжні матеріали виплавляються й вигоряють у процесі попереднього нагріву ливарної форми в муфельній печі. Завдяки цьому у формувальній масі утворюється відповідна оригіналу порожнина, у яку заливають вибраний для виготовлення зубного протеза сплав. Перший крок до виготовлення біосумісного зубного протеза – це вибір відповідного матеріалу або сполучення матеріалів. Різні сплави або допоміжні матеріали не завжди можуть бути сумісними в зубному протезі. Сумісність протеза й орга-

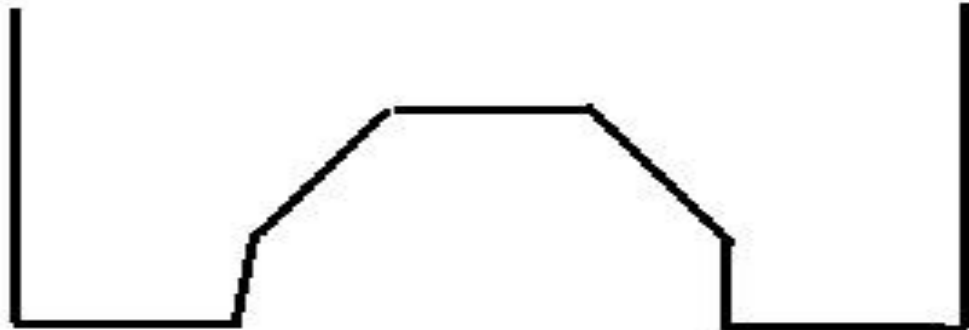
нізму людини досяжна за однієї умови, якщо вони не чинять взаємно шкідливої дії. У різних сплавах неблагородні складові частини, як активні речовини, повинні бути принципово подібні, щоб уникнути двохфазності каркаса. Вибір правильних співвідношень матеріалів обов'язково повинні узгоджуватись зубним техніком із замовником – лікарем-стоматологом, так як він несе відповідальність за стан протеза й пацієнта.

Проте, навіть кращий матеріал для литих каркасів тільки в тому випадку може бути сумісним із достатньо агресивним середовищем порожнини рота, якщо він правильно вибраний, оброблений і відлитий. Дослідження окремих результатів лікування показали, що зубний протез спричиняє негативний вплив на пацієнта здебільшого при порушенні технологічного процесу або помилковому сполученні матеріалів.

Найраційніший корозійностійкий сплав може стати двохфазним, якщо допустити помилку в технологічному процесі лиття. Наслідком таких помилок являється зміна стану порожнини рота й погіршення здоров'я пацієнта в цілому. Симптоми впливу сплаву зубного протеза на пацієнта – це наявність у ротовій порожнині іонів металу або компонентів сплаву, які розчинились. Причиною може бути неточність способу лиття або різна кількість несумісних один з одним матеріалів. Із всіх пацієнтів, які відчували на собі негативний вплив сплаву зубного протеза, лише незначна частина їх страждає істинною алергією на метал. Якщо з плином часу утворюється акумуляція іонів важких металів у порожнині рота, викликаний ними мікрострум створить патологічну ситуацію. На сьогоднішній день немає однорідних біосумісних матеріалів, так як це тільки сировина для зубного техника при виготовленні зубного протеза. Порожнина рота – це „біотип”, з яким повинен бути абсолютно сумісний протез, виготовлений зубним техніком. Це стосується й допоміжних матеріалів (фіксуєчий цемент і т.д.).

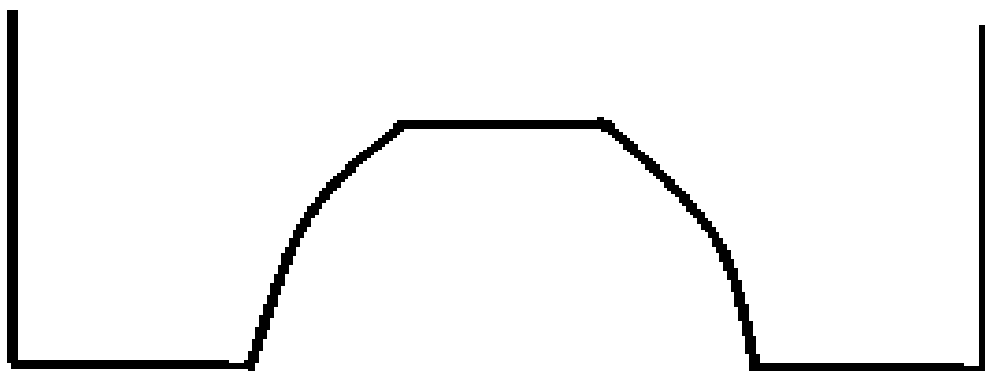
Вибір оптимальної литникової лійки. При виборі литникової лійки треба звертати увагу на те, щоб при її заповненні розплав не падав із великої висоти в ливарну порожнину. При цьому розплав повинен відразу по-

трапляти в литниковий канал, який веде в порожнинну форми. Ідеальна литникова лійка зображена на мал. 15.



Мал. 15 Ливникова лійка з ідеальним напрямком руху струменя розплаву

Ливникова лійка великої висоти й розширеної форми дуже погано направляє затікаючий розплав. При широкій заливочній лійці часто доводиться робити занадто довгі ливникові канали, а це призводить до дуже сильного охолодження розплаву й завихрень під час заповнення ливарної порожнини, і внаслідок цього можуть виникнути усадочні пори у відливці. Ливникова лійка розширеної форми зображена на мал. 16.



Мал. 16 Ливникова лійка розширеної форми



Гострі краї ливникової лійки не сприяють оптимальному направленню руху струменя розплаву, через це він не може відразу ж сформуватись і заповнити порожнину. Опір при заповненні розплавом ливникової лійки створює завихрення металу, що призводить до утворення усадочних раковин (мал. 17).



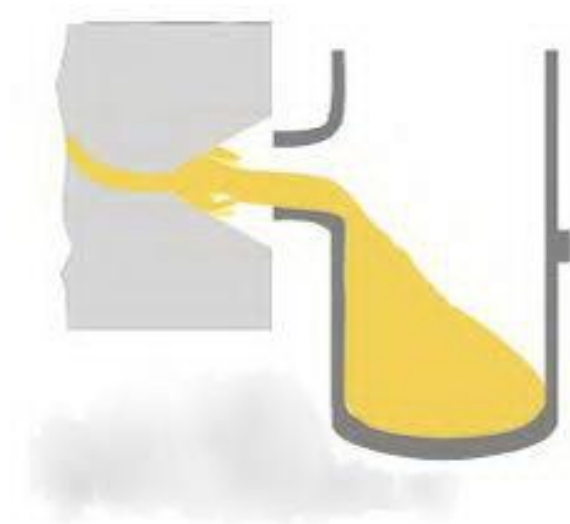
Мал.17 Заповнення розплавом ливникової лійки

При цій формі ливникової лійки розплав відразу повністю її заповнює і найкоротшим шляхом потрапляє в ливниковий канал. Відливка має ідеальну якість, абсолютно відсутні втрати металу (мал. 18).



Мал. 18 Шлях потрапляння розплаву в ливниковий канал

Розплав рухається по дуже глибоким й широким каналом. Це призводить до порушення компактності струменя металу. Наслідком є зниження тиску в ливниковому каналі в момент заповнення його розплавом. У відлитому каркасі є усадочні раковини, шорстка поверхня веде до втрат металу (мал. 19).



Мал. 19 Зниження тиску в ливниковому каналі в момент заповнення його розплавом

При занадто вузькій формі ливникової лійки розплав з великим тиском затікає в канал. При використанні відцентрового лиття це може привести до утворення «бурштинок» і «прапорців» у ливниковій лійці під дією зворотного витоку. При кристалізації розплаву такі «прапорці» й «бурштинки» можуть відділитися від поверхні й зникнути. Але замість них можуть виникнути усадочні пори. Усадочні пори на відливці не мають нічого спільного з втягнутими усадочними раковинами. При цьому навіть вид використаної ливникової лійки не має такого значення, як правильність кріплення ливникових каналів до лійки.

Помилки на цьому етапі – головна причина усадочних дефектів відливок. Діаметр ливникового каналу 4 мм для відцентрового лиття завжди достатній для оптимального руху розплаву в момент заповнення. При заповненні розплав повинен утворити щільний однорідний струмінь, щоб

виник рівномірний швидкісний тиск. Якщо розплав заповнює канал дуже великого діаметру, виникають значні завихрення, утворюючи вкраплення в товщі металу, що веде за собою утворення усадочних раковин у відливці й неоднорідну структуру каркаса протеза. Це характерно для сплавів із низькою питомою вагою на основі паладію, срібно-паладієвих сплавів і сплавів для лиття на вогнетривких моделях. Усі старання, прикладені зубним техніком при моделюванні каркаса із воску, можуть бути даремними при неправильному розміщенні ливникових каналів. Розміщення ливникового каналу відіграє дуже важливу роль під час кристалізації відливки у формі. Правильно розміщений у центрі форми ливниковий канал не діє на розплав при твердінні. Розміщення ливникової системи в центрі зібраної форми досить важливо. Тут знаходиться найгарячіша частина форми, що охолоджується. При затіканні розплаву принципово важливо, щоб ливарні порожнини мали найвищу температуру. Тепловий вузол у залитій формі виникає тільки під час охолодження через відвід тепла відлиття.

Термічний центр форми, середина висоти муфеля й ливникова лійка визначають правильне положення ливникового каналу. Ливниковий канал повинен проходити від заливочної лійки до ливарної порожнини через термічний центр зібраної форми. Середина висоти зібраної форми служить у даному випадку точкою, що визначає довжину ливникових каналів.

Дуже довгі канали подовжують заливочний шлях і збільшують кількість залишкового повітря у формі, погіршують затікання розплаву й приводять до закупорок. Проте ливникові канали не повинні бути й занадто короткими, щоб досягти оптимально направленою до центру режиму твердіння відливки. Заливши їх формувальною масою доверху, муфельне кільце при процесі формування більше не наповнюють. При правильному розміщенні воскової моделі протеза зверху неї повинно бути 5 мм формувальної маси й відстань до зовнішньої стінки зібраної форми також повинна бути 5 мм. У цьому випадку забезпечені умови для ідеального твердіння відливки.

### Ливниковий канал

При будь-якій формі ливникового каналу потрібно звертати увагу на те, щоб він виходив з ливникової лійки й проходив через термічний центр до резервуару з розплавом. Резервуаром розплаву слугує колектор, який розміщений у центральному положенні вздовж моделі протеза в зібраному виді. При цьому ливникові канали повинні бути розміщені ще ближче до центру, ніж колектор до заливочної лійки. Ливарна порожнина повинна знаходитись у формувальній суміші на відстані приблизно 5 мм від краю муфельного кільця. Резервуар для розплаву повинен розміщуватись на середині висоти муфельного кільця.

При кріпленні ливникового каналу до колектора необхідно враховувати спосіб лиття. При відцентровому литті діаметр ливникового каналу повинен бути меншим порівняно з діаметром колектора. Якщо колектор виготовлений діаметром 5 мм, то ливниковий стояк, який його з'єднує з заливочною лійкою, повинен мати діаметр 4 мм. Якщо використовують колектор діаметром 4 мм, діаметр ливникового каналу повинен бути зменшений до 3,5 мм, а при діаметрі колектора 3,5 мм – до 3,0 мм.

Під дією протилежно направлених сил ( відцентрової, доцентрової та сили ваги) структура розплаву стабілізується й ущільнюється за рахунок звуження каналу, який підходить до колектора. В іншому випадку може виникнути ефект зворотного потоку й привести до виникнення пористості в місці переходу широкої частини ливникової системи у вузьку.

Ливниковий канал, який з'єднує колектор з коронкою, мостоподібним протезом або проміжним елементом, називається постачальник.

Однорідність відливки залежить від правильного визначення розмірів цих постачальників. Враховуючи ту обставину, що через них повинен поступати не тільки розплав, а й виходити повітря з ливарної порожнини, діаметр цього каналу повинен бути товщим від коронки, яку ми відливаємо. При литті проміжних елементів мостових протезів діаметр постачаль-

ника залежить від поперечного розміру відливки. При цьому визначають тільки його об'єм. Діаметр колектора повинен бути не меншим діаметра відлитого проміжного елемента. З врахуванням значного повітряного обміну рекомендується виготовляти з'єднуючий канал діаметром 3,5 мм, а колектор діаметром 5 мм. При литті проміжних частин мостовидних протезів правильне визначення розмірів колектора залежить від діаметра відливки, а при литті коронок і цільнолитих мостоподібних конструкцій - від діаметра поставачальників. Але в будь-якому випадку діаметр поставачальника повинен бути не менше 2,5 мм, щоб не виникли проблеми з повітряним обміном. При діаметрі поставачальника від 3 до 3,5 мм діаметр колектора повинен бути 5 мм. Ливарна порожнина мостовидного протеза зображена на малюнку 20.



Мал. 20 Ливарна порожнина мостовидного протеза

До ковпачка з незначною товщиною підводять поставачальник діаметром 2,5 мм, проміжний елемент з'єднується поставачальником 3,5 мм, а суцільнолита коронка – 3 мм, щоб досягти однорідного й рівномірного заповнення й повітряного обміну в ливарній порожнині мостовидного протеза. Якщо поставачальник у зоні проміжної частини мостовидного протеза складає 3,5 мм, колектор відповідно повинен мати діаметр 5 мм.

При відцентровому литті розплав затікає внаслідок активної зовнішньої дії. При цьому розплав піддається опору залишкового повітря в ливниковій порожнині. Зростаюча протидія стиснутого залишкового повітря

сприяє безперервному й компактному заповненню розплавом. Дальша протидія стиснутого залишкового повітря стає настільки сильною при різкому зростанні температури під час затікання розплаву, що спочатку наповнюється весь колектор, і тільки після цього розплав заповнює ливарну порожнину каркаса протеза. У цій фазі настає момент, коли тиск затікаючого розплаву зрівнюється з тиском залишкового повітря. Він не може миттєво бути витісненим розплавом з ливарної порожнини. Таким чином повітря змішується з розплавом.

Протидія залишкового повітря внаслідок затікання розплаву миттєво слабне, так як повітря виходить у напрямку заливочної лійки. У зв'язку з цим необхідно, щоб постачальник між колектором і ливарною порожниною мав не дуже малі розміри, це сприятиме нормальному повітряному обміну. Для достатньої товщини в місці кріплення діаметр каналу завжди збільшують вдвічі. Зараз тиск стиснутого залишкового повітря знову зростає з ливарної порожнини в напрямку заливочної лійки й виходить через ливниковий канал у заливочну лійку зовні. Тепер ливарна порожнина заповнена розплавом. Але обмін повітря в ній у процесі заливки постачальника буде мати різний характер у проміжних елементах значного об'єму й тонкостінних коронках. У ливарній формі проміжного елемента знаходиться об'єм повітря, для витіснення якого потрібно більше часу, ніж тонкостінному ковпачку. Чим більше часу потрібно для твердіння розплаву, тим більш зернисту структуру матиме відливка.

Безпосереднє постачання

Мал. 21 Фаза 1



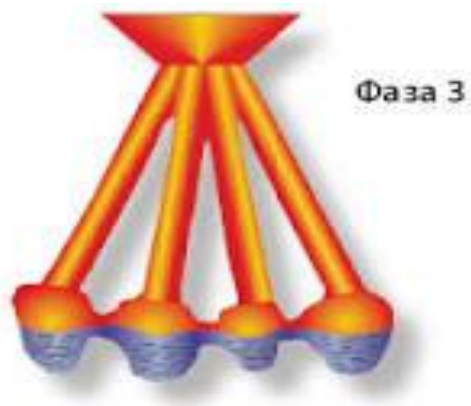
Безпосереднім постачанням називають таку побудову ливникової системи, при якій кожна деталь, що відливається, кріпиться ливниковим каналом безпосередньо до заливочної лійки. Якщо мова йде лише про тонкі ковпачки, або проміжні частини, ливниковий канал можна використовувати без колектора.

Мал. 22 Фаза 2



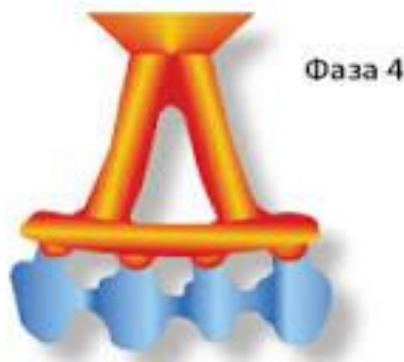
Порожнина форми заповнюється затікаючим розплавом. Через це відразу виникає протидія стиснутого повітря, яка безперервно підвищується, так що розплав затікає компактно й направлено.

Мал. 23 Фаза 3



Затікаючий розплав закупорює повітря, яке залишилось в ливарній порожнині зібраної форми в частині протеза, що відливається до тих пір, доки тиск повітря не зменшиться, і воно проникне у вигляді пор у ще рідкий розплав.

Мал. 24 Фаза 4



У цій фазі стиснуте повітря замінюється в ливарній порожнині розплавом, і розплав заповнює порожнину в той час, як залишки повітря виводяться в систему ливникових каналів.

Мал. 25 Фаза 5





Зараз повітря видаляється в ливникові канали й заливочну лійку із ливарної порожнини. При відцентровому литті повинно бути відповідне наповнення заливочної лійки, щоб досягти достатнього тиску для ущільнення розплаву при твердінні під дією відцентрової сили.

Мал. 26 Фаза 6



Якість заповнення подібна до колекторної. Система ливникових каналів повинна бути пристосована для твердіння розплаву при безпосередній заливці.

#### Побудова ливникової системи

Для відливки будь-якого каркаса протеза, виготовленого із воску або пластмаси, необхідно побудувати ливникову систему. Через неї розплав заповнюватиме ливарну порожнину після виплавки воску. Необхідно враховувати багато причин для отримання високоякісної відливки:

- швидке й ламінарне заповнення;
- задана температура розплаву;
- необхідна температура попереднього нагріву;
- кристалізація сплаву.

Ливникові канали повинні бути розміщені так, щоб забезпечити швидке й щільне заповнення розплавом. У районі ливникової системи формувальна маса не може мати пористу структуру, так як в цьому випадку дрібні частинки маси можуть проникнути в розплав і пошкодити поверхню відливки.

Визначення діаметра ливникових каналів відіграє головну роль при твердінні розплаву після заливки. При плануванні й розбудові ливникової системи принципово важливо враховувати спосіб лиття й одночасно поведінку сплаву під час кристалізації. Бажано параметри ливникових каналів наводити в інструкції виробника сплаву. Тільки тоді буде отриманий позитивний результат лиття, який відповідатиме високим запитам до однорідності відлитого каркаса.

Наприклад, виготовляють ливарну форму й нагрівають її згідно з інструкцією виробника сплаву до 800°C. Потім плавлять у тигелі сплав до необхідної температури 1350°C і заливають розплав при цій температурі в зібрану форму, нагріту до температури 800° С.

Завдяки прискореній кристалізації у відносно холодній формі (800°C відносно до 1350°C розплаву) на литві немає зовнішніх пор і в сплав не проникають окисли. При охолодженні зменшуються зовнішні розміри (усадка складає приблизно 10% відносно до рідкого розплаву) і не затверділий центр відливки відчуває вплив дуже високого тиску. Однак, цей прискорений процес охолодження зовнішньої оболонки необхідний. В іншому випадку в її поверхню проникають оксиди, і це призводить до грубих пошкоджень поверхні лиття.

Після першого різкого періоду охолодження відливки з боку формувальної маси подальше застигання супроводжується рівномірною тепловіддачею. У цей момент велике значення має відвід тепла. Температура відливки знижується не по всьому об'єму рівномірно. Інтенсивніше іде відвід тепла зовні, а з середини повільніше. Таким чином внутрішній об'єм залитої форми застигає значно довше зовнішнього. Діюча від поверхні до центру сила стискання при охолодженні створює дуже високий тиск на розплавлений метал у центрі відливки. Направлене до центру стискання твердіючого розплаву стає таким сильним, що навіть якщо сплав не деформується по всьому об'єму, він зазнає часткову усадку. У результаті цього

при кристалізації й твердінні сплаву збільшується розмір і кількість пор у зовнішній поверхні злитку.

Збільшення об'єму пор в інтервалі кристалізації відливки при частковій усадці знімає тиск з іще рідкого центру. Після цього ще рідкий метал у центрі починає охолоджуватись і застигати в результаті тепловіддачі. Центр зменшується в об'ємі й дає усадку, зтягує краї, виникає втягнута усадочна раковина.

У результаті раковина виникає в центрі відливок. Усадочні раковини й пори можуть виникати тільки в напрямку твердіння.

За законом фізики тепло піднімається вгору, а холод опускається вниз. Таким чином, угорі завжди розміщена більш нестабільна частина об'єму відливки. Тому необхідно, щоб зібрана форма за рахунок зменшення об'єму й розміщення системи ливникових каналів впливала на розплав у момент його охолодження й твердіння.

#### Вибір конструкції ливникового каналу

В основному двох ливникових каналів достатньо для заповнення ливникової порожнини при литті на моделі.

Якщо об'ємні деталі необхідно забезпечити додатковим підпитком, то розташовують постачальники. Діаметр ливникового каналу повинен відповідати кількості розплаву. При нормальній кількості металу достатні канали діаметром 3,5 мм для відцентрового лиття. При цьому необхідно використовувати тільки канали круглого зрізу. Ці вимоги пов'язані не з текучістю розплаву, а з процесом твердіння під час охолодження. Круглі канали значно повільніше застигають від зовнішньої поверхні до середини. Таким чином розплав довше знаходиться в рідкому стані й може довше наповнювати ливарну форму, виключаючи напругу або часткову усадку лиття.

Щоб оптимізувати параметри заливки розплаву в ливарну порожнину, канал для нормалізації або вирівнювання тиску повинен мати діаметр 1,2 мм.

Цей канал з'єднує крайні частини воскової моделі протеза й закріплює зубну дугу. При цьому необхідно враховувати, що він повинен бути зафіксований розплавленим воском там, де розплав досягає найвищої точки. Біля кламера, наприклад, це оклюзійна накладка, розташована набагато вище гребеня альвеолярного відростка в дистальному відділі. Щоб ефект стискання виникав завдяки наявності каналу для вирівнювання тиску, додатково влаштовують вентиляційні канали діаметром 0,8 мм. Ці канали з'єднують найвищі точки ливарної порожнини з каналом для нормалізації тиску. Їх довжина складає не менше 15-20 мм від точки фіксації воскової моделі протеза до каналу вирівнювання тиску. Діаметри 1,2 мм для каналу нормалізації тиску і 0,8 мм для вентиляційних каналів не змінюються, так як в іншому випадку вони не виконують свою функцію і не виникає процес стискання, який має велике значення при наповненні форми.

Ливникові канали повинні розміщуватись так, щоб вони проходили через центр ливарної форми до заливочної лійки. Від вихідної точки до заливочної лійки ливниковий канал повинен іти як можна плавніше, весь час піднімаючись вгору, тоді розплав буде поступати без перешкод. Ливниковий канал не підводять до воскового каркаса протеза, який відливається на моделі під кутом  $90^{\circ}$ , фіксуючи його з легким нахилом. Тоді розплав легше поступає в заглиблення порожнини й не виникає ефект розбризкування металу. Заливочна лійка при цьому повинна розміщуватися на 3-4 мм вище від воскової моделі каркаса, щоб оптимальне розподілення швидкісного напору проходило по всьому каркасу протеза. Ні в якому разі не можна робити ливникові канали довші необхідного, так як це призведе до погіршення заповнення розплавом. Чим довші ливникові шляхи, тим більший об'єм повітря в порожнині й значно гірша рідкотекучість розплаву.

При виборі вірної заливочної лійки треба враховувати, що при литті на моделі розплав повинен утворювати компактний струмінь і заповнювати форму без завихрень. У зв'язку з цим ливникові канали повинні мати круглу форму й бути акуратно прикріплені воском до заливочної лійки. Діаметр ливникових каналів у місці кріплення до заливочної лійки при відцентровому литті повинен бути не більше 4-4,5 мм.

Це правило виконується незалежно від кількості ливникових каналів, підведених до заливочної лійки. Розплав повинен утворювати однорідний струмінь у гирлі заливочної лійки й створювати високий швидкісний тиск. Тільки тоді розплав поступатиме в усі розгалужені ливникові канали. Цей же принцип повинен бути витриманий і в місцях кріплення ливників до воскового каркаса.

#### Розміщення ливникових каналів (практичні приклади).

Для того, щоб відлити кламерний каркас на нижню щелепу, необхідно виготовити два ливникових канали діаметром 3,5 мм для відцентрового лиття. Дуга нижньої щелепи – це ділянка з найбільшим об'ємом. Перехід до фронтальної ретенції для зубів має більшу площу, але не товщу від дуги. Місце кріплення ливникових каналів знаходиться безпосередньо на задній частині з боку ретенційної решітки. Категорично не допускається установка ливникових каналів безпосередньо на дугу, так як стискання об'єму може призвести до утворення усадочних раковин через ефект всмоктування.



Мал. 27 Приклад побудови ливникової системи при литті каркаса бюгельного протеза на нижню щелепу

Треба звернути увагу на кількість металу, який будемо заливати. У заливочній лійці повинна бути така ж кількість металу, як і в каркасі протеза. У процесі заливки заповнена ливникова лійка слугує колектором розплаву.



Мал. 28 Приклад побудови ливникових каналів при литті каркаса бюгельного протеза на верхню щелепу

Для виготовлення кламерного протеза на верхню щелепу достатньо двох литникових каналів діаметром 3,5 мм. Ливникові канали кріпляться розплавленим воском до ретенційної решітки й з нахилом підведені до за-

ливочної лійки. Розміщення точок фіксації на каркасі вибирають, виходячи з положення дуги. Там, де воскова дуга переходить у ретенційну решітку, повинен бути установлений ливниковий канал. Розплав із двох ливникових каналів затікає найкоротшим шляхом. Треба пам'ятати, що швидке затікання розплаву через обидва ливникові канали дає можливість без перешкод відлити ретенційну решітку й кламери з оклюзійними накладками.

### Вибір матеріалу тигля.

Для виготовлення матеріалу тигля використовуються тільки ті матеріали, які ніяк не взаємодіють із розплавом у процесі лиття й не змінюють таким чином його складу. У зубопротезній техніці два матеріали не вступають у взаємодію з використаним сплавом – це графіт і кераміка.

Графітні тиглі використовуються, в основному, для лиття золота. Так, графіт у поєднанні з киснем, утворює захисний газ у процесі плавки й попереджує, або в меншій мірі зменшує утворення оксидів у сплаві. Ці тиглі мають обмеження по терміну придатності через наявність чаду. Графітні тиглі не можуть використовуватись для всіх сплавів. Їх не можна використовувати при плавці сплавів на основі паладію через збільшення вуглецю в розплаві. Внаслідок цього склад сплаву значно змінюється й він розбризкується. При спіканні керамічної маси на каркасі із сплаву, який має підвищений склад вуглецю, відмічається підвищене газоутворення, яке призводить до утворення пор у кераміці. Це ослаблює з'єднання кераміки з металом, призводить до зміни кольору протеза й значно впливає на біосумісність. У кераміці виникають мікропори, заповнені оксидами металів, що призводить до корозії каркаса протеза в порожнині рота пацієнта й віддаленим реакціям у біотипі.

Особливу увагу необхідно звертати на задані виробником сплаву параметри, які показують, з яким видом тигля сумісний сплав, щоб попередити зміну складу сплаву внаслідок помилкового вибору матеріалу тигля.

Ливарні сплави неблагородних металів або сплави для лиття на моделі не можна плавити в графітових тиглях.

Сплави на основі паладію плавлять тільки в керамічних тиглях, щоб склад сплаву не змінювався внаслідок реакцій з матеріалом тигля. Неблагородні металеві сплави або сплави для лиття на моделі на основі кобальту, хрому й молібдену, а також сплави на основі нікелю можуть бути розплавлені тільки в керамічних тиглях.

#### Сплави для виготовлення каркасів металокерамічних протезів.

Якості матеріалів для виготовлення протезів не можна розглядати окремо. Кераміка та метал, які використовуються для виготовлення конструкцій, повинні мати сумісні температури плавлення та КТР. Зазвичай, сплави золота мають високий КТР ( $14 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ ), а звичайна кераміка має більш низьке значення ( $2-4 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ ). Різниця тільки  $1,7 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$  може викликати порушення з'єднання через недостатню напругу. Оптимальна різниця між двома показниками могла б мати значення, не більше ніж  $1 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ . КТР кераміки може бути збільшений до  $7-8 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$  додаванням луги, наприклад карбонату літію. Одночасно коефіцієнт для металу може бути знижений до  $7-8 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$  додаванням паладію або платини.

Діапазон температур плавлення сплавів, що використовуються при виготовленні каркасів, повинен бути вище, ніж температура з'єднання кераміки, що наносять, на  $170-280^\circ \text{C}$  ( $300-500^\circ \text{F}$ ). Ідентичний діапазон температур плавлення двох матеріалів міг би призвести до руйнування або розплавлення каркаса під час обпалу або глазурування кераміки. Чим більша різниця, тим менші проблеми, з якими зіштовхуються під час обпалу. Каркас з дорогоцінного металу, якщо його нагріти  $980^\circ \text{C}$ , розтікається. Використовуючи кераміку, ми знаємо, що метал не повинен нагріватися вище цієї крапки. Марки кераміки, які використовують переважно для цієї мети, мають температуру, при якій відбувається з'єднання, рівне майже  $980^\circ \text{C}$ , а



дорогоцінні сплави плавляться при температурі біля 1260°С. Для метало-керамічних конструкцій використовують багато сплавів (таб.3)

Таблиця 3

**Сплави для виготовлення металокерамічних протезів**

<b>Фірма. Назва сплаву. Хімічний склад.</b>	<b>Щільн., г/см<sup>3</sup></b>	<b>Е, 1000х Н/мм<sup>2</sup></b>	<b>Тверд. HV 10</b>	<b>Міц., RM, Н/мм<sup>2</sup></b>	<b>Віднос. по- довж., %</b>	<b>Інтер- вал плав- лення, °С</b>	<b>t лиття, °С</b>	<b>КТР 20-500 °Сх10<sup>-6</sup> °К</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
KRUPP.BONDI-LOY. Ger- many 66,5% Co; 27%Cr; 5%Mo; 1,5%Si; Mn	8,4	220	300	520	15	1320-1400	1470	14,7
KRUPP.SUPRANIUM. Germany 61%Ni; 21,5%Cr; 9%Mo; 4%Nb; 2%Co; 2,5%Fe; Si; Mn.	8,2	200	200	520	35	1300-1600	1545	13,9
BEGO.WIROBOND. Ger- many 63%Co; 31%Cr; 3%Mo; 1%Si; 1%Mn; 0,5%Fe; 0,5%Fe; 0,5%Ce	8,4	215	260	370	11	1380-1350	1470	14,7
BEGO.WIRON 99. Germany 65%Ni; 2,5%Cr; 9,5%Mo; 1%Nb; 1%Si; 0,5%Fe; 0,5%Ce	8,2	205	180	330	25	1310-1250	1420	14,0
BEGO.WIRON 88. Germany 64%Ni; 24%Cr; 10%Mo; 1,5%Si; 0,5%Ce	8,2	200	200	360	15	1310-1250	1420	14,1
BEGO.WIRON 77. Germany 69%Ni; 0,5%Cr; 6%Mo; 3,5%Si; 0,5%B; 0,5%Ce	8,2	215	270	440	4,5	1250-1110	1300	14,3
DENTAURUM.2000. Germa- ny.61,5%Ni; 25%Cr; 7%Mo; 5%W; 1,5%Si	8,4	200	340	600	7,0	1290-1415	-	13,8
DENTAURUM.CD. Germany. 65,9%Co; 28%Cr; 4,5Mo; 1,6%Si	8,4	210	310	520	11	1350-1410	1420	14,7
DENTAURUM.CS. Germa- ny.60,1%Ni; 26%Cr; 11%Mo; 1,5%Si; 1%Fe; Co; Ce	8,2	-	195	340	15	1270-1325	1420	14,1
HERAEUS.HERAENIUM NA. Germany. 59,3%Ni; 24%Cr; 10%Mo; <2%Fe; Ti;Si;Nb	8,2	-	200	300	15	1270-1320	1450	13,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
DENTKO INTERRISES. USA 76%Ni; 13%Cr; 6%Mo; Be<1,8%	-	-	-	-	-	1315-1343	1370	-
DENTKO INTERRISES.DENT- NCB 20.USA 78%Ni; 13%Cr; 4%Mo; 5%Si;Mn;Al; Be	8,2	-	-	-	-	1204-1315	426-150	-
MINEOLA A.ROSENSON INK.Arobnd.USA 62%Co; 30%Cr; 5%Mo	8,4	-	300	160	-	1260-1287	1370	14,0-14,5
MINEOLA A.ROSENSON INK.Arloy.USA 75%Ni; 13%Cr; 5%Mo	8,2	-	300	-	-	1232-1295	1370	13,5-14,0
MATECH,INK. CERADIUM.USA 78% Ni; 12% Cr; 4,3% Mo; 1,7%Be	7,8	-	205	-	6,6	-	1371	-
MATECH,INK. CERADIUM.USA 70% Ni; 19% Cr; 6,3% Mo; 1,7%Be	7,8	-	230	-	6,6	-	1371	-
СУПУРМЕТАЛЛ.КХ-ДЕНТ CS vac.РФ 63%Co; 27%Cr; 5%Mo; 3%Ni; <2%Fe; Mn; Si; Ce	8,4	-	320	360	9	1370-1420	1450	14,3
СУПУРМЕТАЛЛ.НХ-ДЕНТ NS vac.РФ 63%Ni; 24%Cr; 10%Mo; <3%Fe; Mn; Si; Ce	8,2	-	200	300	15	1270-1320	1430	13,9
СТОМАТ.ЦЕЛЛИТ К.РФ Осн.-Co; 24%Cr; 5%Mo; V;Si;P3M	8,4	-	370	550	5	-	470-155	14,2
СТОМАТ.ЦЕЛЛИТ Н.РФ Осн.-Ni; 24%Cr; 10%Mo; V;Si;P3M.Ост.Ni	8,2	-	300	450	4	-	430-146	13,8
DINA.DENTAL NSA vac.РФ 63,2%Ni; 23,5%Cr; 9,8%Mo; <2,5%Fe; Mn; Si; Ce	8,2	-	320	500	9	1300-1350	1450	14,1

Класифікація, яка запропонована Американською асоціацією стоматологів, базується на вмісті у сплавах благородних металів:

1. Високоблагородні (золотоплатинапаладієві, золотопаладієвосрібні, золотопаладієві) містять більш 60% благородних металів, у тому числі не менше 40% золота.
2. Благородні (паладієвосрібні, з високим вмістом паладію) – не менше 25% благородного металу.

3. Основні, переважаючі (нікельхромові, нікельхромобериллові, кобальтохромові) – менше 25% благородних металів.

Вибір сплаву буде залежати від різних факторів, включаючи вартість, жорсткість, литтєві якості, здатність до обробки та стійкість до корозії, сумісність із певними марками кераміки й навіть особисті уподобання. Сплави, які зарекомендували себе такими, що найбільш підходять для металокерамічних коронок та мостоподібних протезів, складаються з золота (44-55%) та паладію (35-45%) з незначною кількістю галію, індію та/або олова. Недоліки, які часто приписують золотопаладієвому сплаву - висока вартість та обпалюваність із деякими типами кераміки.

Ріст цін на золото в кінці 1970 –х років стимулював виникнення сплавів з низьким вмістом золота або без нього. Логічним став перехід до застосування в технології незнімних конструкцій матеріалів, що використовуються при виготовленні часткових знімних дугових протезів. Ці сплави мають такі позитивні якості, як низька вартість, підвищена міцність та твердість, висока температура з'єднання та велика стійкість до деформацій під час обпалу кераміки. Однак, коли ці сплави використовуються як невід'ємна частина металокерамічної системи, виникають проблеми. Перед усім це надлишкове утворення окисної плівки, ускладнене шліфування та полірування, сумнівна біологічна сумісність.

Берилій, який додають у сплави для контролю утворення окислів, канцерогенна речовина, це може стати небезпечним для працівників лабораторії, які можуть вдихати його у вигляді пилу при недотриманні в приміщенні режиму провітрювання. Приблизно 5% населення сприйнятливі до нікелю, і ця сприйнятливість в 10 разів частіше зустрічається в жінок, ніж чоловіків. Контактні дерматити, що викликані нікельвмісними протезами, несуть ризик для деяких пацієнтів. Стирання оклюзійної поверхні ортопедичних конструкцій сприяє збільшенню кількості нікелю та берилію в порожнині рота. Сприйнятливість до нікелю повинна розглядатися при діагностиці будь-яких змін м'яких тканин порожнини рота, які зустрічаються після накладання коронки.

Інша, більш дешева, альтернатива традиційним сплавам – модифікація існуючих сплавів дорогоцінних металів із включенням у склад менш дорогоцінних металів типу міді та кобальту. На жаль, додавання цих елементів викликало утворення темного окислу та погіршило високотемпературну міцність. У подальшому заміна на мідь або кобальт відбувалась з додаванням невеликої кількості золота та срібла. Одним з найбільших загальних недоліків срібловмісних сплавів є можлива зміна кольору кераміки, що описують як «позеленення». На жаль, не існує систем без недоліків, фінансових або технічних.

Міцному зціпленню металу з керамікою сприяють легкоокислювані легуючі елементи, що утворюють у результаті дифузного обпалу проміжний шар окислів на поверхні металу. Легуючі елементи здатні частково проникати в поверхневий шар кераміки. Тому для забезпечення міцного зціплення металу та кераміки легування сплавів пропонується проводити такими елементами, як Sn, Si, In, Ta. Розробка сплавів на основі благородних металів ведеться двома основними напрямками:

- 1) сплави для виготовлення вкладок, коронок та мостоподібних протезів;
- 2) сплави для облицювання кераміки.

Хороші естетичні результати при повному збереженні функції протезів дає облицювання каркасу з сплавів благородних металів керамікою, при цьому сплави повинні мати однаковий з керамікою коефіцієнт термічного розширення, забезпечувати необхідний хімічний зв'язок керамічної маси з металевою основою протеза та мати більш високу температуру плавлення, ніж потрібно для обпалу керамічної маси.

В європейських країнах та Америці для нанесення кераміки широко використовуються золотовмісні сплави. З метою зниження вартості сплаву та його удільної маси золото нерідко замінюють елементами платинової групи. Хороші фізико-механічні та технологічні характеристики можна отримати при додаванні в сплав паладію, однак він має незадовільне забарвлення. Не-

значне введення титану забезпечує отримання необхідного кольору без погіршення інших якостей. У сплави з низьким вмістом золота для попередження знебарвлення та зміни кольору кераміки деякі фірми додають кремній та бор.

Поверхню металевого каркаса обробляють за допомогою фрези або бора, очищують парою або органічними розчинниками (чотирьоххлористий вуглець або хлороформ) та ставлять у піч для обпалу кераміки для термічної обробки (дегазація). Її проводять при зниженому тиску та при температурі обпалу упаковочного шару протягом 5-10 хвилин. Після охолодження металевий каркас протравляють у кислоті (соляна, плавікова тощо) з метою видалення окисної плівки оптимальної товщини, яка забезпечує міцне зціплення з керамікою та необхідний колір. В останні роки італійським концерном Nodil Metal розроблена нова продукція для виготовлення каркасів під металокерамічні протези – порошкове золото Sintercast Gold. Основою технології є порошок - золото, змішаний з органічною зв'язкою, який випускається у формі пластин різної товщини. Технологічний процес не потребує виготовлення воскових моделей, литва та застосування формувальних матеріалів та полягає в спіканні часточок порошку в монолітний блок у звичайних вакуумних зуботехнічних печах протягом декількох хвилин при температурі трохи нижчій крапки плавлення золота. Після обпалу з печі виходить вогнетривкий штамп з ковпачком з золота, що готовий до керамічного покриття. Отримані за цією технологією ковпачки мають більшу точність прилягання до препарованого зуба, що обумовлено впливом на них меншої кількості змінних факторів. Крім того, метал не змінює свого фазового стану (від твердого до рідкого) та не пов'язаний з об'ємними змінами у зв'язку з цими переходами. У результаті вдається отримати добре крайове прилягання, яке підтверджене статистичними даними.

Завдяки унікальним якостям золота помітно покращуються й естетичні якості металокерамічного протеза. Як показали клінічні випробовування, зв'язки між спеченим золотом та керамікою досить задовільна, незважаючи

на відсутність окремих додаткових елементів, які зазвичай додають до складу сплавів для покращення міцності зв'язку між металом та керамікою. Шершава поверхня золота в процесі обпалу добре зволожується та заповнюється розплавом кераміки. Цей фактор забезпечує й міцну адгезію. Електронно-мікроскопічні дослідження показали, що чистота поверхні коронки Sintercast Gold після полірування – це величина набагато менша, ніж та яка буде сприяти проникненню бактерій та утворенню бактеріального нальоту в ясенній ділянці коронки.

Сплави благородних металів (Au-Pd, Au-Pd-Ag, Pd-Ag, Pd-Cu), більш складні у відтворенні кольору керамічного покриття. Срібло може надавати кераміці жовтуватий відтінок, а мідь – зеленуватий. Паладій, який входить у склад більшості подібних сплавів, у процесі литва має здатність абсорбувати кисень, водень та азот, які можуть виділятися на поверхню сплаву при обпалі керамічного покриття. Ця обставина надає процесу дегазації при роботі з цими сплавами особливого значення. Сплави неблагородних металів на основі Co, Ni, Cr відрізняються високою точністю, твердістю та достатньою лінійною та об'ємною точністю. Однак, незважаючи на гарні економічні, фізико-механічні та технологічні якості, ці сплави мають ряд недоліків, що стримують широке застосування їх в ортопедичній стоматології. Сплави цієї групи охоплюють три основні системи: Co-Cr, Ni-Cr, Ni-Co-Cr. Сплави системи Co-Cr мають такий хімічний склад основних компонентів: кобальт – 40-60%, хром – 20-30%; основна їх відмінність – варіювання легуючих елементів (Ti, Al, Cu, Ta, Mn, Sn, Ga, Nb, Si, Mo, Zn, W). Головною метою їх комбінування є забезпечення міцного зціплення металу з керамікою. Сплави Ni-Cr містять у середньому до 70% нікелю та до 25% хрому, залишкова частина припадає на легуючі елементи. При розробці сплавів цієї системи вирішується цілий ряд проблем, головна з яких – забезпечення міцного зціплення металу з керамікою. Для зближення КТР сплаву з КТР кераміки сплав Ni-Cr легують Mo, Fe, В, Al або Fe, Mn, Al. Ці сплави характеризуються кращим зціпленням з керамікою, ніж сплави Co-Cr. Ливарні якості сплаву можна покращити шляхом

легування В, Мо, Si, Al, які додають як елементи, що сприяють дисперсійній міцності та охороняють поверхню відливки від задирання окисної плівки. Відносно низька температура плавки та заливки сплаву у форму підвищує його литтєві якості, що дає можливість отримати якісні відливки. Крім цього, низька температура плавлення дозволяє використовувати гіпсові форми. При роботі зі сплавами неблагородних металів для шліфування металевого каркаса використовують корундові головки, а потім його піддають термічній обробці для створення окисної плівки. Піскоструменева обробка здійснюється частками окису алюмінію діаметром 50-100 мкм. Поверхня металевого каркаса очищується органічними розчинами або хлороформом. При виконанні цих етапів повторну термообробку та дегазацію не проводять, а каркас вкривають тонким шаром опаківної маси. При утворенні пухирців проводять дегазацію при зниженому тиску та температурі обпалу опаківної маси протягом 5 хвилин після повторної піскоструменевої обробки та чистки. У процесі дегазації та обпалу керамічної маси, тобто чергування циклів нагріву та охолодження, металевий каркас може деформуватися. При нагріві каркаса можливе залишкове зміщення у вигляді його подовження або короблення – гістерезис. Подібна деформація каркаса зводиться до мінімуму, якщо його термічну обробку проводити до шліфування. Після видалення каркаса з вогнетривкої форми та відокремлення ливників його спочатку обпалюють при 950-1000°C протягом 10 хвилин, а потім охолоджують до кімнатної температури, припасовують на опорному зубі та шліфують. В останні роки особливою популярністю користуються металокерамічні протези з використанням каркаса з титану («титанова кераміка») як одного з найбільш біологічно інертних матеріалів. Раніше складності із застосування цього металу були пов'язані насамперед з його естетичною недосконалістю при нанесенні кераміки, ненадійною адгезією з керамікою, збільшенням часу обпалу та охолодження, недостатньою міцністю після кількох обпалювальних циклів. Багато проблем використання титанової основи вдалося вирішити за допомогою спеціально розроблених для цього металу керамічних мас.

## Характеристика хромокобальтових, хромонікелевих сплавів (Німеччина)

Сплав	Твердість по Вікерсу, Н/мм <sup>2</sup>	Межа міцності на розрив, Н/мм <sup>2</sup>	0,2% проба на тиск, Н/мм <sup>2</sup>	Розривне подовження, А 5, %	Температура плавлення, С°	Температура лиття, С°	Питома вага, г/см <sup>3</sup>	Модуль Юнга, Н/мм <sup>2</sup>	Склад, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Віроніум	330	940	650	12	1320 -	1440	8,4	210000	Co-63; Mo-5; Cr-29; Si; Mn; N; C-0,25
-особливо міцний	350	970	670	7,5	1330 -	1450	8,4	220000	Co-61; Mo-6; Cr-30; Si; Mn; N; C-0,25
Віроніт	350	880	600	6,2	1320 -	1460	8,2	211000	Co-64; Mo-5; Cr-28; Si; Mn; C-0,25
-особливо міцний	375	910	625	4,1	1260 -	1420	8,2	225000	Co-63; Mo-5; Cr-30; Si; Mn; C-0,4
Вірокаст	330	860	590	7	1280 -	1460	8,2	210000	Co-33; Mo-5; Cr-30; Fe-29; Si; Mn; C-0,35
Вірон-77	270		440	4,5	1110 -	1300	8,2	215000	Ni-70; Cr-20; Mo-6; Si; Ce; B; C-0,02
-після обпалу	285								
Вірон-88	200		360	15	1250 -	1420	8,2	200000	Ni-64; Cr-24; Mo-10; Si; C-0,02
-після обпалу	205								
Вірон-99	180		330	25	1250 -	1420	8,2		Ni-65; Cr-22,5; Mo-9,5; Nb-1; Si-1; Fe-0,5; Li-0,5
Віробонд	260		370	11	1350 -	1470	8,2	215000	Co-63; Mo-3; Cr-31; Si; Mn; C-0,25
-після обпалу	245								
Віроллой	225		355	5,8	1220 -	1340	8,2	212000	Ni-63; Cr-23; Mo-3; Mn; Fe; C-0,07

Примітка: КТР (20-600°) у Вірона-77 –  $14,3 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ; у Вірона-88 -  $14,1 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ; у Віробонда -  $14,7 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ .



### Плавка ливарних сплавів.

Для лиття сплав необхідно розплавити. Це потрібно робити поступовим рівномірним нагрівом. Температура нагріву, при якій сплав починає плавитись, називається «точка солідуса». При подальшому нагріві сплав розріджується все більше, до розплавлення останніх зерен кристалів, і стає рідким. Цей момент позначається як «точка ліквідуса». Однак для досягнення оптимальної текучості й максимальної дрібнозернистості, сплав перед литтям потрібно перегріти.

Стан сплаву між «точкою ліквідуса» й точкою заливки називають «рідкий розплав». Точка заливки не може бути перевищена, інакше розплав занадто перегрівається й при подальшому охолодженні погіршується структура металу. Необхідно враховувати, що при плавленні металу точка заливки повинна бути витримана якомога точніше. Тільки тоді гарантовано отримання чистої структури металу у відлитому каркасі.

### Плавка в індукційних установках.

Індукційна установка працює за принципом трансформатора, у якого первинною обмоткою є індуктор, який охолоджується водою, а вторинною обмоткою й одночасно навантаженням – метал, який знаходиться в тиглі. Під час лиття індукційну котушку охолоджують водою для попередження згорання.

Напруга високої частоти з індукційної котушки впливає на розплав, у середині керамічного або графітового тигля виникає змінне магнітне поле (згідно з тепловим законом Джоуля) нагріває сплав і розплавляє його. Чим сильніше нагрівається сплав, тим більший його опір. При збільшенні опору (згідно з законом Ома), дуже швидко збільшується індукційна напруга й нагрів розплаву прискорюється. Тому неможливо знайти правильну температуру заливки без управління температурою при індукційній плавці золота або сплавів, до яких воно входить. З цієї причини при плавці сплавів благородних металів можуть бути використані тільки індукційні ливарні

установки, у яких регулюється напруга індуктора. Якщо індуктивна напруга регулюється, то можна точно встановити температуру лиття. У цьому випадку нагрів сплаву проходить не за рахунок переносу тепла, а тепло виникає в самому сплаві. Магнітна індукція утворює завихрення, і розплав переміщується в тиглі. Це дає велику перевагу при вторинному використанні залишків сплаву для нової відливки. При литті сплавів неблагородних металів нема необхідності в регулюванні індуктивної напруги.

### Відцентрове лиття.

При цьому способі лиття сплав може бути розплавлений за вибором: відкритим полум'ям, у печі опору, індукційним. Коли сплав розріджений і досягнута необхідна температура лиття, він заповнює ливарну порожнину під дією відцентрової сили. Ця сила діє на розплав з боку центрифуги при рухові привода кронштейна. Обертання центрифуги проходить в горизонтальній площині.

Заповнення форми розплавом проходить при обертанні привода центрифуги й впливу трьох різнонаправлених сил. Основну дію спричиняє відцентрова сила. Вона направлена зовні при обертанні кронштейна центрифуги. Так як привід центрифуги приводиться в рух по горизонталі, на неї діє також друга, завжди зворотньо направлена сила – сила ваги. Чим більша густина розплаву, тим активніше діє сила ваги. Її величина буде залежати від питомої ваги й маси розплаву. Напрямок дії відцентрової сили залежить від напрямку руху кронштейна центрифуги. При обертанні центрифуги вліво сила діє вправо, а при обертанні центрифуги вправо – навпаки.

Розплав під дією сили ваги (згідно з законом всесвітнього тяжіння) і сили інерції наповнює ливарну форму. Якщо сили взаємозв'язані, то розплав затікає найкоротшим шляхом під кутом  $45^\circ$  проти обертання центрифуги вниз вправо в ливарну порожнину. Після наповнення ливарної форми відцентрова сила ущільнює розплав.



Мал. 29 Правильне положення форми в зібраному вигляді при відцентровому литті

Кронштейн центрифуги на початку обертання має безперервно зростаючий обертовий момент для повільного затікання розплаву на першому оберті, і найпізніше центрифуга повинна набрати максимальну швидкість обертання після другого оберту. Кронштейн центрифуги повинен обертатися мінімум 20 секунд, щоб ефект охолодження впливав на залиту форму й сприяв ущільненню сплаву, поки він не застиг і затвердів.

### Нагрів

Важливе значення для забезпечення високої якості відливок має нагрів кювет в муфельній печі. Режим нагріву залежить від формувальних матеріалів, з якими ми працюємо в даному конкретному випадку.

При роботі з силікатними формувальними матеріалами, коли в якості наповнювача кювет використовується кварцовий пісок, дуже важливо до температури  $573^{\circ}\text{C}$  прогрівати кювету зі швидкістю  $5^{\circ}\text{C}$  за хвилину, тому що при температурі  $573^{\circ}\text{C}$  проходить перехід  $\beta$ -кварцу в  $\alpha$ -кварц, який супроводжується максимальним розширенням.

Якщо температуру 573°C не пройти плавно, то можливе утворення в оболонковій формі тріщини, які при заливці металу приведуть до погіршення поверхні відливок.

На сьогодні при литті суцільнолитих металевих каркасів використовуються фосфатні формувальні матеріали з можливістю прискороного й традиційного нагріву.

При традиційному нагріві температура піднімається до 250°C зі швидкістю 5°C за хвилину. При досягненні 250°C проводиться витримка кювет протягом 30 хвилин. Далі до кінцевої температури нагрів проводиться зі швидкістю 7°C за хвилину й витримка при кінцевій температурі протягом 30 хвилин.

Формувальні маси для режиму прискороного нагріву не є принципово новими розробками. Їх відрізняє можливість нагріву маси в муфельній печі, прогрітій до кінцевої температури, а також вміст малої кількості кристобаліту в складі порошку й відповідного сорту кремнієвого золя в якості рідини для замішування. В іншому ці, так би мовити, прискорені формувальні маси, не відрізняються від інших. Вони також можуть нагріватися лінійно. Утворення окислу магнію внаслідок декількох змін складу цієї маси дозволяє досягти більш високої температури твердіння, завдяки чому приблизно через 15-20 хвилин форму можна ставити в камеру муфельної печі, нагрітої до кінцевої температури.

Головним фактором для досягнення високої точності припасовки при прискороному литті є муфельна піч. Вона повинна мати нагрів з чотирьох сторін і об'ємом камери не більше 3 л. Камера печі виготовляється з шамотної кераміки з закритими нагрівальними елементами для рівномірного розподілення тепла. Піч повинна мати достатню теплопровідність, щоб волога, що випаровується, і залишки згоряння моделювальних матеріалів не привели до зниження температури.

При прискороному нагріві треба враховувати, що приблизно тільки третя частина об'єму рідини випаровується з зовнішньої сторони форми,

решта вологи випаровується всередині через ливниковий канал і лійку, заважаючи повному вигоранню моделювального матеріалу в порожнинах форми. Тільки при температурі вище  $120^{\circ}\text{C}$  у центрі форми весь моделювальний матеріал виплавляється й випарується без залишку, забезпечуючи отримання високої якості поверхні відливки при методі прискореного нагріву.

Зібрану форму ставлять у піч, нагріту до  $900^{\circ}\text{C}$ , при цьому температура в муфельній печі під час постановки форми повинна знижуватися якомога менше. Чим скоріше температура знову досягне  $900^{\circ}\text{C}$ , тим краще результат отримаємо при прискореному нагріві. При прискореному нагріві також необхідно досягти температури  $900^{\circ}\text{C}$  у центрі форми, щоб проходило спікання кварцу і, завдячуючи цьому, виникала ідеально гладка поверхня.

Якщо потрібно, щоб прискорений нагрів сприяв точному відтворенню моделювання лиття й хорошим результатами припасовки, необхідно уникати недопустимих дій: форми ставлять у піч тільки при  $900^{\circ}\text{C}$  і в процесі нагріву ні в якому випадку не додають наступну холодну форму. Тільки якщо одночасно прогріті форми вже відлиті, можна знову завантажувати муфельну піч.

Якщо форму X6 при  $900^{\circ}\text{C}$  ставлять у муфельну піч, у центрі форми температура досягне  $900^{\circ}\text{C}$  через 50 хвилин. Однак, якщо ту ж саму форму поставити в піч, прогріту до  $700^{\circ}\text{C}$ , то знадобиться вже 65 хвилин часу нагріву для досягнення температури  $700^{\circ}\text{C}$  у центрі форми. Причина цього в тому, що при менш інтенсивному температурному впливі на форму процес випарювання проходить значно повільніше і швидкість зростання температури становитиме  $1^{\circ}\text{C}$ .

Зібрана форма повинна знаходитися в камері печі при температурі  $900^{\circ}\text{C}$  до тих пір, поки вона не досягне того ж значення температури в центрі форми. Тут, на противагу лінійному нагріву, вміст рідини у формувальній масі не має великого значення, так як висока температура прис-

корює випаровування й надлишкова вологість в камері настільки велика, що відміни практично не помітні.

Подальша витримка при нагріві обов'язкова для всіх видів формувальних мас.

Для прискореного нагріву підходять форми із сталевими опоковими кільцями й синтетичною прокладкою. Ця комбінація уповільнює перенос тепла у формувальну суміш. Виникає контрольоване випарювання й таким чином рівномірне прогрівання форми приблизно до 400°C. Після 400°C зібрана форма з кільцем і синтетичною прокладкою набирає температуру з такою швидкістю, як і форма без опокового кільця.

При скороченні часу вакуумного змішування на 30-40 секунд прискорену формувальну масу без сталевих опокових кільця й синтетичної прокладки можна ставити в муфельну піч з кінцевою температурою більше 800°C без загрози розтріскування або розриву форми. Цей метод забезпечує однорідність і якість зовнішньої поверхні, а також точність припасовки.

Періоди витримки форми із сталевими кільцями або без кільця однакові. Температура печі не впливає на тривалість періодів витримки. Якщо, наприклад, зібрану форму з причини браку часу ставлять у піч при температурі 700°C, уповільнюється інтенсивність випарювання й потрібно значно більше часу для прогріву центру форми незалежно від її виду (з кільцями або без), але час витримки при досягненні рекомендованої температури практично не змінюється.

Якщо прискорений нагрів проводити для форми без кільця, нема необхідності змінювати час змішування формувальної суміші, а температура в печі на час завантаження форми повинна бути не менше 700°C і подальший нагрів до 900°C проводять з максимальною швидкістю.

Час прискореного нагріву згідно зі шкалою при цьому змінюється:

X3 – додати 10 хвилин

X6 – додати 15 хвилин

X9 – додати 20 хвилин

Оточуюче середовище впливає як на фізико-хімічну послідовність змін у формувальній масі, так і на якість прискореного нагріву.

Дуже рівномірна й швидка акумуляція тепла й теплообмін сприяють термічній видозміні кварцу. У цьому випадку як і при перетворенні кристобаліту має місце кварцовий стрибок. Завдяки цьому можна (при вірному для даної формувальної маси термічному режимі) відливати каркаси великої довжини.

Зібрану форму (або декілька) ставлять у камеру печі з температурою попереднього нагріву заливочною лійкою вниз. Муфельна піч повинна залишатися закритою на час прогрівання форми. У цей час не можна ставити в піч нові форми, так як порушуються фізико-хімічні процеси перетворення і кінцевий результат лиття буде гіршим.

Зібрана форма при прискореному нагріві повинна бути розміщена тільки в задній частині камери печі. Передня частина об'єму залишається вільною. У цьому просторі температура дуже швидко падає й дуже повільно піднімається, тобто надовго «зависає» і не досягає в центрі форми температури попереднього нагріву. У формі виникає велика різниця температур, що в подальшому приводить до напруг у відливці й проблем з припасовкою.

### Техніка литва на моделі

Протягом багатьох років литво на моделі було досить складним і дорогим технологічно. Вогнетривкі моделі з формувальної маси виготовляли з великими затратами й недостатньою точністю.

Тільки використання в техніці литва силіконових гелів для дублювання дало можливість виготовляти дубль-відбитки високої якості. Ці силіконові маси для дублювання дали можливість використовувати фосфатну формувальну масу, яка дуже точно повторює рельєф моделі. Фосфатна маса виділяє тепло при твердінні й завдяки акумуляції тепла в товщі силікону

добре застигає і стає досить твердою. Значно скорочуються витрати часу, так як не потрібно замочувати гіпсові моделі, сушити й закалювати їх. При цьому значно покращується якість лиття.

У техніці лиття на моделі використовують дуже дрібнозернисту формувальну масу, яка добре повторює малюнок рельєфу поверхні. Дублюючий силікон дозволяє отримати гладку поверхню формувальної маси і, відповідно, таку ж поверхню лиття.

Відповідна твердість формувальної маси має особливо велике значення в місці розташування ливникових каналів. У середині ливарної форми знаходяться гази, які утворюються в результаті спікання кварцу. Процес протікання розплаву через високу температуру попереднього нагріву викликає ефект стискання газу в середині форми. Цей ефект стискання можна зрівняти з дією амортизатора в автомобілі : якщо на амортизатор натиснути різко, він блокується. При плавному натисканні його можна легко стиснути. Цей ефект використовується в зображенні конструкції ливникового каналу, щоб впливати на параметри заливки розплаву.

При відцентровому литті потрібно звертати увагу на те, щоб початкова швидкість не була дуже високою, бо може утворитись дуже високий газовий опір і виникнуть проблеми із заповненням. Не можна створювати багато ливникових каналів, щоб не виник зворотний потік надлишкового повітря.

#### Дублювання при виконанні суцільнолитих робіт на моделі.

Першим етапом дублювання є підготовка робочої моделі. Для того, щоб створити місце для пластмаси, на сідло потрібно накласти шар воску товщиною 0,5 мм. Його потім обрізають по границях шпателем під правим кутом до робочої моделі. Щоб при вийманні робочої моделі не деформувалася форма-дублікат, необхідно старанно блокувати всі ділянки підняття. При застосуванні комбінованої дублювальної кювети для дублю-



вання гелем, підставка повинна бути інтегрованою частиною моделі-дублікату.

Робочу модель ставлять на підставку дублювальної кювети й щільно закривають кришкою. Для дублювання використовується двокомпонентні силікони, одним з яких являється Wirosil. Завдяки його високій стабільності можна формувати особливо точні робочі моделі.

У змішувально-дозувальному приладі Wirotop автоматично змішуються обидва компоненти. Можна змішувати вручну, але це займе більше часу.

Подальші кроки цілком прості: повільно заливається в кювету Wirosil, щоб його рівень був приблизно на 2 мм вище зубного ряду робочої моделі. Після того поверх зубного ряду в силікон кладуть стабілізатор. Через 40 хв піддон виймається і скальпелем усувається силікон, який витік поза робочу модель. Робоча модель вивільнюється стиснутим повітрям і обережно виймається. Таким чином ми отримали дубль-відбиток, який необхідно залити фосфатно-формувальною масою. Фосфатні формувальні маси для модельного литва відрізняються ступенем розширення та твердістю моделі. Для застосування їх виключно при силіконовій дублювальній технології розроблено Wiroplus S із спеціальними властивостями.

Щоб бути впевненим, що результати будуть незмінно добрими, треба чітко витримувати співвідношення Begosol до об'єму дистильованої води.

Формувальна маса розмішується спочатку шпателем вручну (15 секунд), поки вона не буде рівномірно зволожена. Потім вона розмішується у вакуумному міксері протягом 60 секунд. При температурі +20<sup>0</sup> С. Стандартний час обробки становить 4 хвилини. При вищих температурах час обробки скорочується.

Формувальна маса заливається в дублювальну форму на вібростолику при середньому ступені вібрації. Перед вийманням із силіконової форми модель обдувають стисненим повітрям. Час твердіння моделі близько 40 хвилин.

Після того, як модель виготовлена, проводиться моделювання відповідного кламерного каркаса. Ливникові канали виготовляються таким чином, як ми розглядали раніше. Розплав повинен попадати в порожнину повільно й рівномірно. Цієї основної вимоги необхідно дотримуватись при прокладанні ливникових каналів. Необхідно уникати перегинів та вузлів, які можуть перервати плавний рух. Розплав завжди заливають від ширшого кінця до вузлого. При охолодженні розплав відсмоктується з резервуару та ширших частин каналів. Вужчі частини каналів застигають швидше, ніж ширші. Після побудови ливників модель ставлять у дублювальну кювету. Формувальні маси Wirowest, Wiroplus розміщуються з дистильованою водою. Щоб уникнути подряпин через швидке прогрівання, можна використовувати замість неї 30% Vegosol та 70% води.

#### Дефекти литва

Розглянемо деякі дефекти, що можуть виникати в процесі лиття, та шляхи запобігання їм.

Низки дефектів литва пов'язана з утворенням раковин. Одним із запобіжних заходів є правильний вибір ливникових каналів та позиціонування ливарного об'єкту в ливарній формі. Для виготовлення ливарних деталей без усадкових раковин вирішальне значення має транспортування металу між системою ливникових каналів і ливарним об'єктом. Транспортування металу до системи ливникових каналів залежить від умов охолодження розплаву, що зумовлено температурою попереднього нагрівання ливарної форми та розмірами ливникових каналів. Температура попереднього нагрівання сплавів золота становить  $700^{\circ}\text{C}$ , сплавів благородних металів для облицювання керамікою -  $850^{\circ}\text{C}$ .

У разі лиття золотих сплавів діаметр ливникового каналу повинен становити 3,5 мм, а ливникових штифтів – 2,5 мм. Діаметр ливникових каналів у разі лиття сплавів благородних металів для облицювання становить 5 мм, а ливникових штифтів – 3,5 мм; висота ливарної форми – 55 мм, діа-

метр залежить від розміру штифтів: 45 мм (x3), 65 мм (x6) та 80 мм (x9). Такі величини є типовими для позиціонування ливарного об'єкта всередині ливарної форми.

Значна група дефектів литва пов'язана із наявністю невідлитої ділянок ливарного об'єкта. Основними причинами їх утворення є використання малої кількості металу, надто низької чи надто високої температури плавлення в момент розливу, недостатнє попереднє нагрівання ливарних форм, велика віддаль між тиглем і порожниною форми, використання формувальних матеріалів, нестійких до розплаву, неправильний вибір розмірів ливникових каналів, несприятливе позиціонування ливарних об'єктів у ливарній формі, створення надто тонких стінок ливарних об'єктів, порушення параметрів, установлених виробником ливарної установки. Розрахунок необхідної кількості металу проводять із міркувань, щоб після застигання метал повністю заповнив ливарну форму, яка складається з ливарного об'єкта та системи ливникових каналів. Кількість металу визначається множенням маси воскової композиції (включно із системою ливникових каналів) на густину сплаву ( $m_M = m_{\text{воску}} \cdot \rho_{\text{сплаву}}$ ). У разі вакуумного лиття під тиском ливарний конус не потрібний.

Режим температури розливу металу наведено в рекомендаціях виробників сплаву. Температура розливу сплавів золота повинна дорівнювати сумі температури ліквідусу (температура плавлення) відповідного сплаву плюс 130°C. Температура розливу сплавів благородних металів для облицювання керамікою становить: температура ліквідусу відповідного сплаву плюс 150°C.

За недотримання таких вимог сплав у порожній формі буде застигати надто швидко й ливарний об'єкт не буде повністю відлитою. У разі надто високої температури розливу металу у форму можлива його реакція з формувальною масою, що спричинює деструкцію із наступним газовиділенням. Таким чином створюється перешкода затіканню сплаву в ливарний об'єкт і виникає загроза руйнування його складу через випаровування

компонентів. Урахування товщини стінок ливарних об'єктів у разі розливу сплавів визначається типом сплаву. Так, у разі розливу сплавів золота товщина стінок не повинна перевищувати 0,2-0,3 мм, у разі розливу сплавів благородних металів для облицювання керамікою – мінімум 0,35 – 0,4 мм.

Дефекти литва, пов'язані з неметалевими включеннями, виявляються під час механічної обробки його. Джерелом таких дефектів є матеріали тиглів із широкими стінками (кераміка, графіт), шлаки, рештки тугоплавких сплавів і формувальних мас.

Ризик появи включень у ливарному об'єкті особливо високий у разі застосування відцентрованого способу лиття. Причиною цього явища є відцентрована сила, яка відразу після початку процесу лиття діє на всі вільні частинки розплавленого металу. У разі вакуумного лиття під тиском небезпека появ включень значно зменшується, оскільки сплав збігає в порожнину форми під дією власної маси й завантажується лише потім під дією стисненого повітря.

У ливарній техніці існують проблеми, пов'язані із зломом ливарного об'єкта, – це роз'єднання матеріалу внаслідок термічних або механічних напружень. Розрізняють крихкі злами, що не зумовлюють деформації, та в'язкі злами, які виникають внаслідок пластичної деформації (жувальні сили в порожнині рота пацієнта). Однією з причин зламів є розтріскування під час нагрівання. Запобіжними заходами є правильний підбір тигельних матеріалів і пакувальних мас, що є термічно-стійкими щодо розплавів і не викликають реакції між сплавами та матеріалами. До інших причин відносять:

- утворення тріщин за недостатнього системного забезпечення ливарних каналів;
- несплавлення внаслідок надто низької температури потоків металу;
- утворення оксидних шарів, що можуть заноситися в порожнину форми, а потім і в ливарний об'єкт;

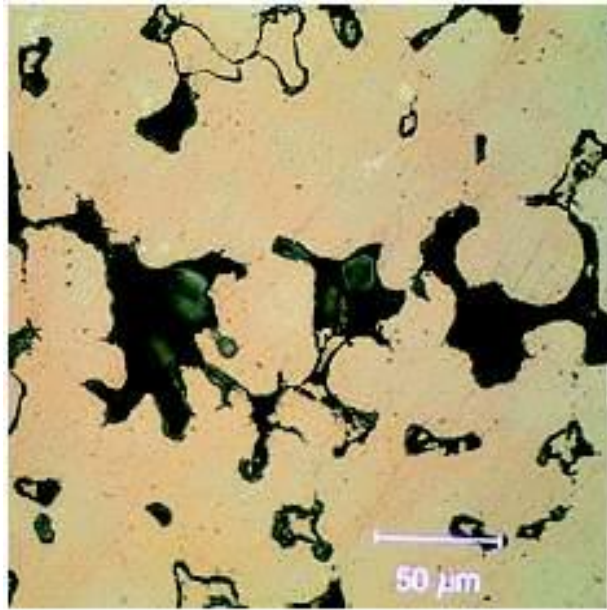
- пористість структури литва внаслідок недостатнього забезпечення ливникових каналів.

Ще одну групу дефектів литва становить пористість ливарних об'єктів. Залежно від причин пористість може бути усадкова та газова. Структура ливарних об'єктів не повинна бути пористою, щоб вони відповідали механічним навантаженням та були корозійностійкими. Газову та усадкову пористість легко розрізнити, оскільки газові пори гладенько стінні з чистими внутрішніми поверхнями. Для усадкової пористості характерна шорсткостінність.

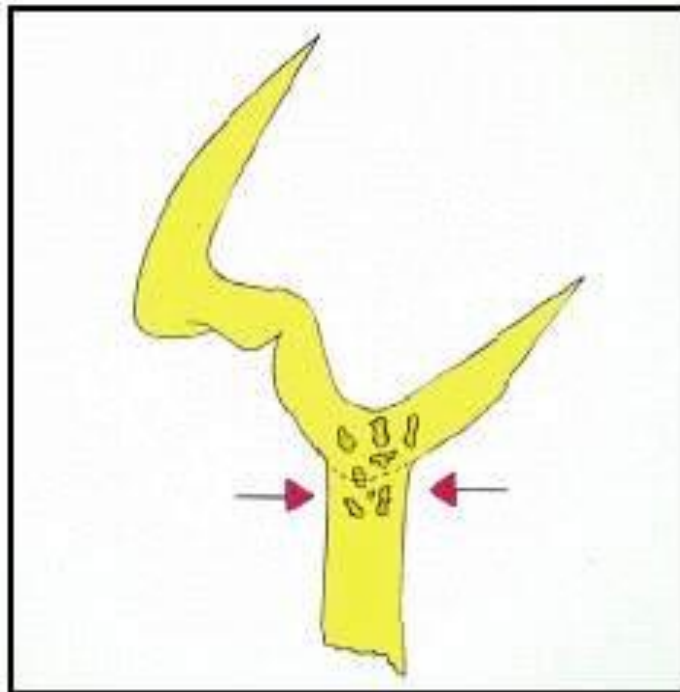
Усадкова пористість може виявлятися малими та великими усадковими раковинами. Запобігати утворенню усадкових раковин досить складно. Слід так сформулювати систему ливникових каналів і забезпечити такі умови розливу, щоб неминуче утворення усадкових раковин змістилося в систему ливникових каналів. Тобто сплав у системі ливникових каналів, утворюючи ливарний об'єкт, повинен застигати пізніше, ніж сплав у частині порожнини форми.

Газова пористість – це включення газу (реакційні гази, пухирці повітря, газоподібні продукти згоряння) у структурі литва. Заходи запобігання полягають у використанні дегазованої сировини, проведенні процесу плавлення, максимально уникаючи газопоглинання, використанні пакувальних мас без вмісту графіту (графіт вступає в реакцію з металом під час розплаву).

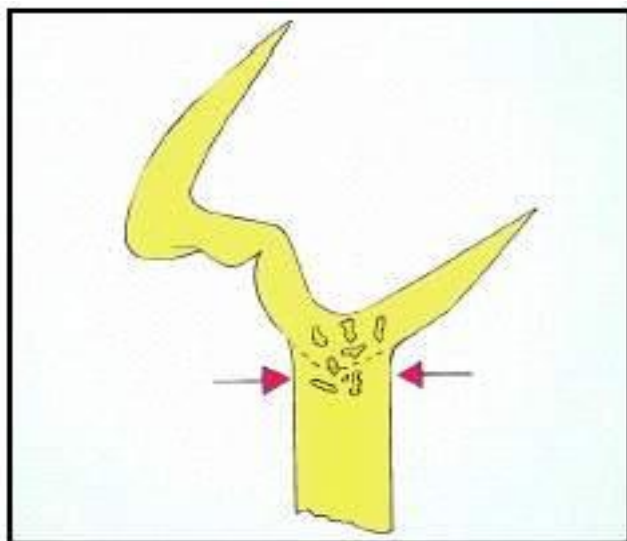
Результатами неякісного лиття є група дефектів на поверхні ливарних об'єктів. До них належить: шорсткість відлитих поверхонь, складки та борозни, шліфи (звивисті непроникальні складчасті заглиблення), крихкі й стійкі вибоїни, напливи, поверхневі раковини. Помилки при литві наведені на малюнках.



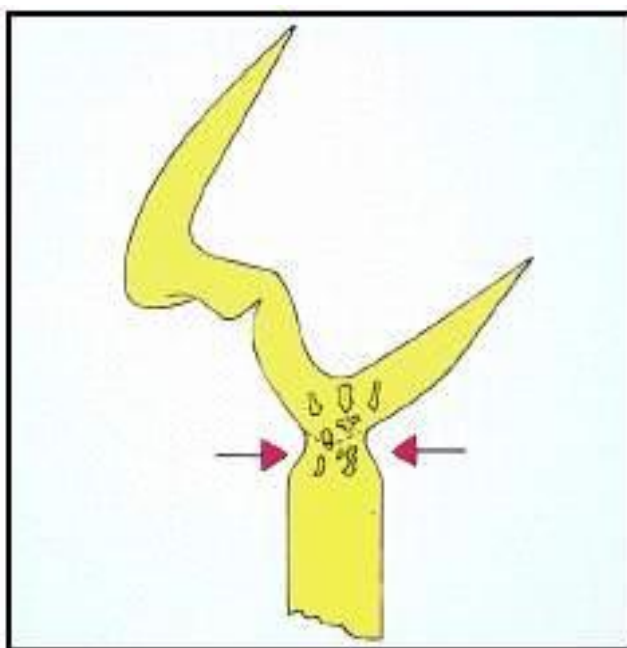
Мал. 30 Утворення пор в об'єктах литва через те,що резервуар розплаву був занадто маленьким



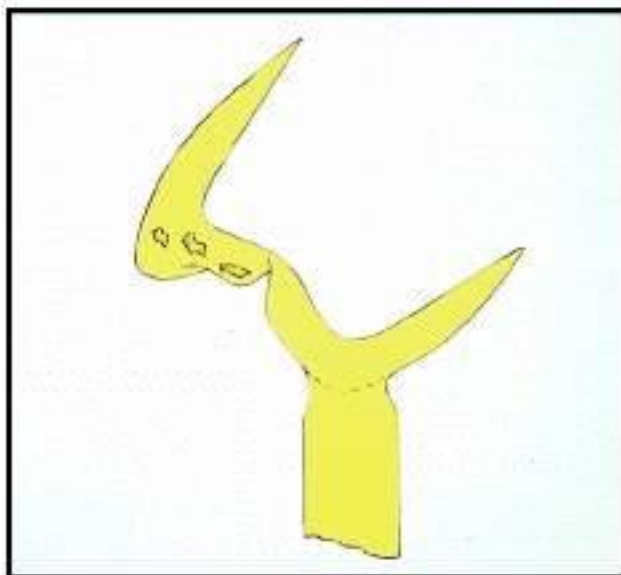
Мал. 31 Утворення усадкових пор в ділянці з'єднання ливника та об'єкта литва через занадто маленький резервуар



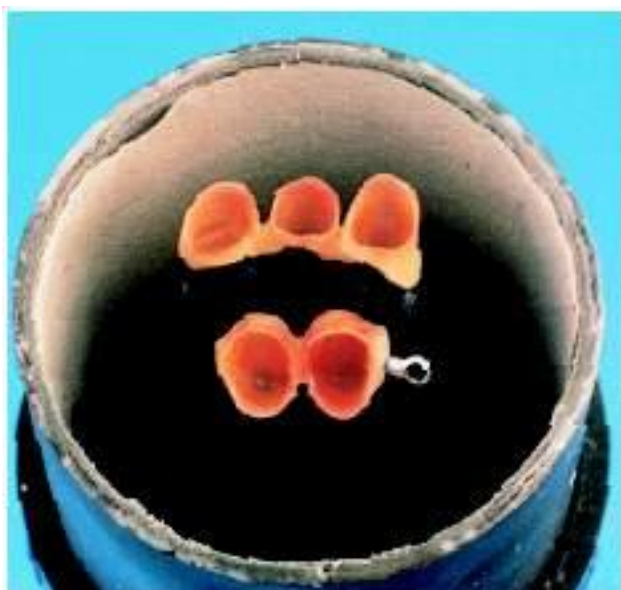
Мал. 32 Утворення усадкових пор у ділянці з'єднання ливника та об'єкта литва через те, що звуження відсутнє



Мал. 33 Утворення усадкових пор у ділянці з'єднання ливника та об'єкта литва через те, що звуження дуже виражене

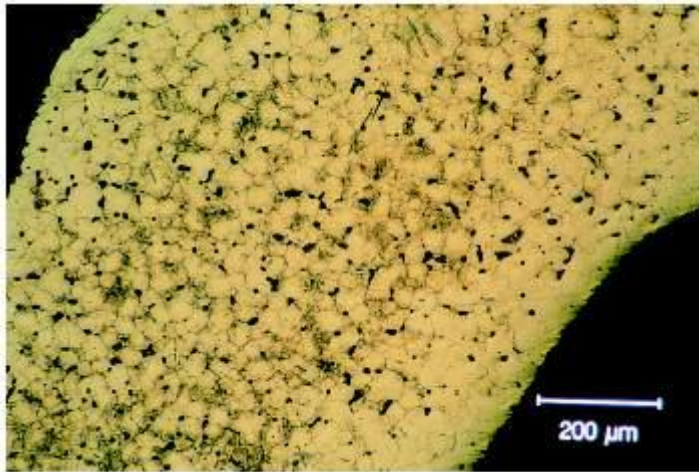


Мал. 34 Утворення пор у ділянці щічного бугорка відливки з глибокою центральною фісурою



Мал.35 Несприятливе розташування об'єктів у кюветі





Мал. 36 Включення газу в литві через погано відрегульоване полум'я



Мал. 37 Невеликі кульки на литві. Пакувальна маса була замішана без вакууму

## Література

1. М.М. Рожко Зубопротезна техніка/ М.М. Рожко, В.П. Неспрядько, І.В. Палійчук, Т.М. Михайленко, Ю.В. Опанасюк, М.В. Мельничук.- Київ, 2006.-543с.
2. Анашкин В.В., Анашкина Н.А., Волков С.Д. Санитарно-гигиенический и противо-эпидемический режим в учреждениях стоматологического профиля. - К.: ТранспортУкраины, 1999.- 158 с.
3. Материаловедение в стоматологии / Под ред. А.И. Рыбакова. - М.: Медицина, 1984.-424 с.
4. Кольцова Н.И., Децик О.З., Рожко М.М. Соціальна медицина і організація охорони здоров'я.-Івано-Франківськ: "Галичина", 1999. - 304с.
5. Король М.Д. Кіндій Д.Є., Скрипніков П.М. Стоматологічні хвороби та питання організації стоматологічної служби. — Полтава: ПП "Форміка", 2000. — 156 с
6. Марухно Т.В. Стоматологія: Нормативне виробничо-практичне видання.- К.:МНІАЦ медичної статистики; МВЦ «Медінформ», 2007.-424 с.
7. Кольцова Н.И., Децик О.З., Рожко М.М. Соціальна медицина і організація охорони здоров'я.– Івано-Франківськ: «Галичина», 1999.- 304 с.
8. Копейкин В.Н. Руководство по ортопедической стоматологии.-М., «Триада-Х», 2004.-496 с.
9. Матеріалознавство у стоматології: навчальний посібник для студентів стомат. фак. вищ. мед. навч. закладів IV рівня акредитації / під заг. ред. М.Д. Короля ; Михайло Дмитрович Король, Ольга Дмитрівна Оджубейська, Володимир Іванович Доценко та ін.; УМСА. - Вінниця: Нова книга, 2008. - 235 с.
10. Ортопедическая стоматология: учебник для студентов: обуч. по спец. 040400-Стоматология / Николай Гаврилович Аболмасов, Николай Николаевич Аболмасов, Виктор Алексеевич Бычков, Ахмет Аль-Хаким. - 6-е изд.. - М.: МЕДпресс-информ, 2008. - 496 с.
11. Рожко Микола Михайлович Ортопедична стоматологія:[підручник для студ. стомат. фак. вищ. мед. навч. закладів III-IV рівнів акредитації]/ М.М. Рожко, В.П. Неспрядько.-Вид.2-ге, випр., доп.-К.: Книга плюс,2008.- 575 с.
12. Суботович Катажина Керамика для каждого: пер. с польск. / Катажина Суботович. - Львов: ГалДент, 2009. - 96 с.
13. Технологія виготовлення щелепно-лицевих конструкцій: [підручник для студ. вищ. мед. (фарм.) навч. закладів I-III рівнів акредитації] / П. С. Фліс, А.З. Власенко, А.М. Бібік, К. Д. Іожиця. - К.: Медицина, 2010. - 246 с.
14. Жулев Евгений Николаевич Частичные съёмные протезы (теория, клиника и лабораторная техника): руководство для врачей / Евгений Николаевич Жулев. - 2-е изд., испр.. - М.: МИА, 2011. - 418 с.
15. Усевич Т.Л. Клиническое материаловедение в стоматологии: учебник/Т.Л. Усевич. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 312 с.
16. [http://legas.com.ua/docdet/5467/posadova\\_instrukciya\\_livarnika.aspx](http://legas.com.ua/docdet/5467/posadova_instrukciya_livarnika.aspx)

## ДОДАТКИ

### Додаток 1

#### ПОСАДОВА ІНСТРУКЦІЯ ЛИВАРНИКА

##### 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1. Ливарник відноситься до категорії робітників і безпосередньо підпорядковується технічному директору.

1.2. Постійно знаходиться на своєму робочому місці в години, передбачені розпорядком робочого дня.

1.3. Ливарник приймається і звільняється з роботи наказом директора.

1.4. Ливарник повинен знати:

- правила з охорони праці;
- правила виробничої санітарії та протипожежної безпеки;
- правила користування засобами індивідуального захисту;
- вимоги, пропоновані до якості виконуваних робіт (послуг), до раціональної організації праці на робочому місці;
- види браку та способи його запобігання та усунення;
- виробничу сигналізацію;
- фізико-механічні властивості дорогоцінних металів;
- правила користування аналітичними терезами;
- методи художньої обробки виробів з дорогоцінних металів;
- будову пристроїв та інструменту;
- при роботі з дорогоцінними металами - інструкції з обліку, зберігання, переробки й здачі дорогоцінних металів;
- призначення і правила користування застосовуваними контрольно-вимірювальним інструментом та приладами;
- пристрій і принцип дії застосовуваного устаткування;
- технологічний процес плавки і заливки кольорових металів;
- технологічний процес ведення плавки дорогоцінних металів для складних художніх, скульптурних та ювелірних виробів;

- будову, принцип дії та правила експлуатації печей та установок для лиття;
- призначення і правила підготовки і заливки, форм і кокілів;
- вимоги, що пред'являються до готових відливок;
- властивості, призначення та склад шихтових матеріалів, їх вплив на властивість і якість металу;
- способи приготування різних лігатур;
- окислювачі й флюси, їх властивості та вплив на якість металу;
- властивості і температури металів і сплавів при заливці;
- технологічний процес плавки і розливання металу під вакуумом;
- прийоми ручного формування художніх виробів з малюнком простої, середньої, високої складності;
  - порядок визначення місць установки живильників та усунення дрібних дефектів у них; правила управління підйомними механізмами;
  - призначення та умови застосування інструменту й пристроїв, що застосовуються при формуванні;
  - режим сушіння і ступінь просушування форм та стрижнів, способи визначення якості просушування форм та стрижнів;
  - повний технологічний процес виготовлення ювелірних виробів;
  - процеси та режими сушіння форм у сушильних і випалювальних печах і на місці формовки;
  - правила зберігання моделей;
  - технологію складання простих і складних форм;
  - склад і властивості формувальних сумішей та інших матеріалів, які застосовуються при виготовленні форм, різних вогнетривких складів, що наносяться на виплавлюваних моделях;
  - щільність набивання форм, їх газопроникність;
  - пристрій і принцип дії різних вібраційних верстатів;

-вимоги, що пред'являються до готових форм, загальні відомості про допуски і посадки, пристрій і спосіб застосування контрольно-вимірювального інструменту та пристроїв;

-фізичні властивості вихідних матеріалів, модельної суміші та їх вплив на якість відливок;

-розміри припусків на усадку і механічну обробку;

-ливарні та механічні властивості металу, що заливається у форми;

-місця установки літників, прибутків;

-вплив швидкості остигання металу в формі на структуру відливок;

-вимоги, пропоновані до модельно-опочної оснастки, способи нарізки гуми, укладання в прес-форму з моделлю, контролю правильності розрізання прес-форми;

-методи експлуатації обладнання;

-режими запресовування;

-прийоми користування ріжучим, вимірювальним інструментом;

-розрахунок ливникової системи;

-вимоги, що пред'являються до обробки і збірки особливо складних відливок;

-прилади для визначення вологості форм і стрижнів;

-конструкцію формувальних машин різних типів;

-способи виготовлення форм за моделями, шаблонами, зразками для дослідних та експериментальних відливок.

## **2. ПОСАДОВІ ОBOB'ЯЗКИ**

2.1. Прибирання робочого місця, пристроїв та інструментів, а також утримання їх у належному стані.

2.2. Дбайливе ставлення до коштовних і кольорових матеріалів.

2.3. Забезпечення мінімальних втрат при роботі з дорогоцінними й кольоровими матеріалами.

- 2.4. Дотримання вимог Інструкції про порядок обліку та зберігання дорогоцінних металів, дорогоцінного каміння, продукції з них та ведення звітності при їх виробництві, використанні та зверненні.
- 2.5. Ведення встановленої технічної документації.
- 2.6. Заточення і заправлення інструменту.
- 2.7. Відливання простих, середньої і високої складності деталей і художніх виробів з кольорових металів і їх сплавів у форми.
- 2.8. Спостереження за ходом плавки.
- 2.9. Підготовка тиглів і печей до плавки.
- 2.10. Підготовка шихти і її завантаження.
- 2.11. Витяг форм або виливків з машини.
- 2.12. Підготовка форм до заливання металом.
- 2.13. Визначення якості виливків шляхом зовнішнього огляду.
- 2.14. Сушка блоків за спеціальним режимом.
- 2.15. Випалювання модельного складу, прогартовування опок.
- 2.16. Відливання ювелірних та художніх виробів складної й особливо складної конфігурації по виплавлюваних моделях з дорогоцінних металів.
- 2.17. Відливання особливо складних і відповідальних, тонкостінних і металомістких деталей і художніх виробів з ажурними стінками і фігурними виступами на поверхні з кольорових металів і сплавів.
- 2.18. Обробка виливків, сушка в аміаку і хлористому амонію за спеціальним режимом.
- 2.19. Обслуговування спеціальних установок.
- 2.20. Плавка і розливання металу під вакуумом.
- 2.21. Формування вручну по моделях та зразках в опоках виробів, деталей з малюнком простої, середньої, високої та особливо високої складності.
- 2.22. Збірка форм простої складності, середньої складності з установкою стрижнів і холодильників, особливо складних форм.
- 2.23. Оздоблення форм під заливання металом.

- 2.24. Розрізка гумових прес-форм, що мають до 4 частин, для об'ємних моделей з опукло-увігнутими поверхнями.
- 2.25. Розрізка прес-форм, що мають понад 4 частин, з вкладишами, духовиків, підрізами, що полегшують витяг воскової моделі з форми для моделей зі скан-філігранними елементами, криволінійною поверхнею, переходами перерізів різної товщини.
- 2.26. Збірка складних форм з великою кількістю пересічних стрижнів на спеціальному кріпленні.
- 2.27. Підготовка необхідного оснащення для формовки.
- 2.28. Монтаж воскових моделей у блоки і комплекти.
- 2.29. Формування на вулканізованому пресі гумових заготовок прес-форм з металевих моделей і зразків.
- 2.30. Виготовлення форм по виплавлюваних моделях, зібраних у блоки і комплекти, із застосуванням вібраційного верстата пневматичної, механічної або електромагнітної дії.
- 2.31. Приготування вогнетривких сплавів, нанесення їх на модельні блоки.
- 2.32. Утримання в належному стані використовуваного обладнання.
- 2.33. Виконання всіх видів операцій по технологічному процесу.
- 2.34. Застосування на практиці всіх необхідних посадовою інструкцією знань.

### **3. ПРАВА**

Ливарник має право:

- 3.1. На всі передбачені законодавством соціальні гарантії.
- 3.2. Вимагати від керівництва підприємства сприяння у виконанні своїх професійних обов'язків і здійсненні прав.
- 3.3. Вимагати створення умов для виконання професійних обов'язків, у тому числі надання необхідного обладнання, інвентарю, робочого місця.
- 3.4. Оплату додаткових витрат на медичну, соціальну та професійну реабілітацію у випадках ушкодження здоров'я внаслідок нещасного випадку на виробництві та отримання професійного захворювання.

3.5. Вносити на розгляд керівництва підприємства пропозиції щодо покращання організації та вдосконалення методів виконуваної ним роботи.

3.6. Запитувати особисто або за дорученням безпосереднього керівника документи, матеріали, інструменти і т.п., необхідні для виконання своїх посадових обов'язків.

3.7. Підвищувати свою професійну кваліфікацію.

3.8. Інші права, передбачені трудовим законодавством.

#### **4. ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ**

Ливарник несе відповідальність:

4.1. За невиконання або неналежне виконання своїх посадових обов'язків, передбачених цією посадовою інструкцією, - у межах, визначених чинним законодавством.

4.2. За порушення правил і положень, що регламентують діяльність підприємства.

4.3. За дотримання діючих інструкцій, наказів і розпоряджень по збереженню комерційної таємниці та конфіденційної інформації.

4.4. За виконання правил внутрішнього розпорядку, правил ТБ та протипожежної безпеки.

4.5. За завдання матеріальної шкоди роботодавцеві - у межах, визначених договором про індивідуальну матеріальну відповідальність, чинним цивільним законодавством.

4.6. За правопорушення, скоєні в процесі здійснення своєї діяльності, - у межах, визначених чинним адміністративним, кримінальним, цивільним законодавством.

#### **ПОГОДЖЕНО:**

Керівник структурного підрозділу: \_\_\_\_\_ (підпис)  
\_\_\_\_\_ (ПІБ) \_\_\_\_\_ р.

Начальник юридичного відділу: \_\_\_\_\_ (підпис)  
\_\_\_\_\_ (ПІБ) \_\_\_\_\_ р.

З інструкцією ознайомлений: \_\_\_\_\_ (підпис)  
\_\_\_\_\_ (ПІБ) \_\_\_\_\_ р.



ДНАОП 1.2.00-1.15-97  
Правила безпеки у ливарному виробництві  
м. Київ

Передмова

Правила безпеки у ливарному виробництві розроблені Державним науково-дослідним інститутом безпеки праці та екології в гірничорудній та металургійній промисловості з урахуванням зауважень та пропозицій металургійних підприємств, науково-дослідних та проектних інститутів України, органів державного нагляду.

На розгляд та затвердження Правила внесені Міністерством промисловості України.

Порядок та строки приведення діючих ливарних цехів (дільниць) відповідно до вимог цих Правил визначаються керівниками підприємств за узгодженням з територіальними управліннями Держнаглядохоронпраці України.

Ці Правила опрацьовані замість чинних Правил з техніки безпеки і виробничої санітарії в ливарному виробництві машинобудівної промисловості, що були затверджені 19.01.58 ЦК профспілки робітників машинобудування.

@ Передруковувати заборонено  
Держнаглядохорони України

1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

Дані Правила розповсюджуються на всі ливарні та труболиварні цехи (дільниці) підприємств і організацій Міністерства промисловості України, які проектуються, будуються, реконструюються, або є в діючому стані та на ті, що знаходяться в ремонті, а також на підприємства з проектування та виготовлення обладнання для них незалежно від форм власності та видів діяльності цих підприємств.

Правила встановлюють вимоги щодо безпечного обслуговування, експлуатації та ремонту обладнання і агрегатів ливарних та труболиварних цехів (дільниць), безпечного виконання усіх операцій під час підготовки металеві шихти; приготування сумішей; виготовлення форм і стержнів; виготовлення дерев'яних моделей; розливки металу та під час заливання форм; вибивання, очищення та обрубубування виливків; виливання в металеві форми, відцентрового виливання та виливання під тиском; при точному виливанні по виплавлених моделях; виливанні в оболонкові.

Вимоги цих Правил є обов'язковими для всіх осіб, пов'язаних з проектуванням, будівництвом, монтажем, експлуатацією та ремонтом ливарних та труболиварних цехів (дільниць), проектуванням та виготовленням обладнання для них. Ці особи повинні знати і дотримуватися вказаних Правил та керуватися ними в практичній роботі.

## 2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Закон України "Про охорону праці". К.:1995р.

ДНАОП 0.00-1.02-92. Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів. Затверджені Держгіртехнаглядом СРСР 17.06.92.

ДНАОП 0.00-1.03-93. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. Затверджені Держнаглядом охорони праці України 16.12.93. Наказ № 128.

ДНАОП 0.00-1.07-94. Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. Затверджені Держнаглядом охорони праці України 18.04.94. Наказ № 104.

ДНАОП 0.00-1.11-90. Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води. Затверджені Держгіртехнаглядом СРСР 9.01.90.

ДНАОП 0.00-1.13-71. Правила будови і безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок, повітропроводів і газопроводів. Затверджені Держгіртехнаглядом СРСР 7.12.71.

ДНАОП 0.00-1.15-71. Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів для горючих, токсичних і зріджених газів (ПУГ-69). Затверджені Держгіртехнаглядом СРСР 5.03.71.

ДНАОП 0.00-1.17-92. Єдині правила безпеки при вибухових роботах. Затверджені Держгіртехнаглядом СРСР. Зміни внесені Держнаглядом охорони праці України 31.03.94. Наказ № 28.

ДНАОП 0.00-1.20-90. Правила безпеки у газовому господарстві. Затверджені Держпроматомнаглядом СРСР 26.12.90. Постанова № 3.

ДНАОП 0.00-1.21-84. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів і правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено Головдерженергонаглядом Міненерго СРСР 21.12.84. Зміни: 1988.

ДНАОП 0.00-1.24-93. Правила безпеки при виробництві, зберіганні, транспортуванні та застосуванні хлору. Затверджені Держнаглядом охорони праці України 29.10.93. Наказ № 105.

ДНАОП 0.00-4.02-92. Положення про прийняття в експлуатацію виробничих об'єктів. Затверджено Кабінетом Міністрів України 5.08.92. Постанова № 449.

ДНАОП 0.00-4.05-93. Положення про видачу Державним комітетом по нагляду за охороною праці власникові підприємства, установи, організації або уповноваженому ним органом дозволу на початок роботи підприємства, установи, організації. Затверджено Кабінетом Міністрів України 6.10.93. Постанова № 831.

ДНАОП 0.00-4.08-94. Про порядок опрацювання, прийняття, перегляду та скасування державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці. Затверджено Кабінетом Міністрів України 2.03.94. Постанова № 135.

ДНАОП 0.00-4.12-94. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці. Затверджено Держнаглядохоронпраці України 4.04.94. Наказ № 30. Зареєстровано: Мінюстом України 12.05.94 № 95/304.

ДНАОП 0.00-4.13-94. Положення про порядок побудови, викладу та оформлення державних нормативних актів про охорону праці. Затверджені Держнаглядохоронпраці України 1.03.94. Наказ № 16.

ДНАОП 0.00-4.14-94. Положення про опрацювання, прийняття, перегляд та скасування державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці. Затверджено Держнаглядохоронпраці України 16.03.94. Наказ № 19. Зареєстровано: Мінюстом України 12.05.94 № 94/303.

ДНАОП 0.00-4.15-85. Положення про розробку інструкцій з охорони праці. Затверджено ВЦРПС, Держкомпраці СРСР 5.12.85.

ДНАОП 0.00-4.20-94. Положення про порядок проведення державної експертизи (перевірки) проектної документації на будівництво та реконструкцію виробничих об'єктів і виготовлення засобів виробництва на відповідність їх нормативним актам про охорону праці. Затверджено Кабінетом Міністрів України 23.06.94. Постанова № 431.

ДНАОП 0.00-5.11-85. Типова інструкція з організації безпечного ведення газонебезпечних робіт. Затверджена Держгіртехнаглядом СРСР 20.02.85.

ДНАОП 0.00-5.12-74. Типова інструкція з організації безпечного ведення вогневих робіт на вибухонебезпечних і вибухопожежонебезпечних об'єктах. Затверджена Держгіртехнаглядом СРСР 7.05.74.

ДНАОП 0.00-8.01-93. Перелік посад посадових осіб, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці. Затверджений Держнаглядохоронпраці України 11.10.93. Наказ № 94. Зареєстрований Міністром України 20.10.94. № 154.

ДНАОП 0.00-8.02-93. Перелік робіт з підвищеною небезпекою. Затверджено Держнаглядохоронпраці України 30.11.93. Наказ № 123. Зареєстровано: Мінюстом України 23.12.93. № 196.

ДНАОП 0.00-8.03-93. Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві. Затверджено Держнаглядохоронпраці України 21.12.93. Наказ № 132. Зареєстровано: Мінюстом України 7.02.94, № 20/229.

Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені 14.06.95 в.о. начальника Управління Державної пожежної охорони МВС України, введені в дію 01.09.95 наказом МВС України від 22.06.95 № 400, зареєстровані Мінюстом України 14.07.95 за № 440.

ДНАОП 0.03-1.23-82. Санітарні правила для підприємств чорної металургії № 2527-82. Затверджено Мінохорони здоров'я СРСР, 1982.

ДНАОП 0.03-1.24-82. Санітарні правила для підприємств кольорової металургії № 2528-82. Затверджено Мінохорони здоров'я СРСР, 1982.

ДНАОП 0.03-3.01-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств СН 245-71. Затверджено Мінохорони здоров'я, 1971.

ДНАОП 0.03-4.02-94. Положення про медичний огляд працівників певних категорій. Затверджено Мінохорони здоров'я СРСР 31.03.94. Наказ № 45. Зареєстровано: Міністром України 21.06.94, № 136/345.

ДНАОП 0.05-3.01-80. Типові галузеві норми безплатної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту робітникам і службовцям машинобудівних та металообробних виробництв. Затверджено Держкомпраці СРСР, 1980.

ДНАОП 0.05-3.03-81. Типові галузеві норми безплатної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту робітникам і службовцям скрізних професій та посад усіх галузей народного господарства і окремих виробництв. Затверджено Держкомпраці СРСР, 1980.

ДНАОП 0.05-5.01-83. Інструкція про порядок забезпечення робітників і службовців спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Затверджено Держкомпраці СРСР 24.05.83.

НАОП 1.2.00-1.01-87. Загальні правила безпеки для підприємств і організацій металургійної промисловості. Затверджено Держгіртехнаглядом СРСР 15.05.87.

НПАОП 27.5-1.15-97

НАОП 1.2.00-4.02-90. Положення про застосування нарядів-допусків при виконанні робіт підвищеної небезпеки на підприємствах та в організаціях Міністерства металургії СРСР. Затверджено Держпроматомнаглядом СРСР та Мінметом СРСР 23.05.90.

НАОП 1.2.10-1.03-79. Правила безпеки у сталеплавильному виробництві. Затверджено Держгіртехнаглядом СРСР та Мінчорметом СРСР 6.02.79 зі змінами у 1979, 1982, 1989 р.р.

НАОП 1.2.10-1.04-77. Правила безпеки у прокатному виробництві. Затверджено Держгіртехнаглядом СРСР і Мінчорметом СРСР 26.07.77.

НАОП 1.2.10-1.09-87. Правила безпеки при заготівлі та переробці брухту і відходів чорних металів. Затверджено Держгіртехнаглядом СРСР і Мінчорметом СРСР 31.03.87.

НАОП 1.2.10-1.10-86. Правила безпеки у газовому господарстві підприємств чорної металургії (ПБГЧМ-86). Затверджено Держгіртехнаглядом СРСР і Мінчорметом СРСР 18.03.86 зі змінами 1989р.

НАОП 1.2.10-1.11-89. Правила безпеки при ремонті устаткування на підприємствах чорної металургії. Затверджено Держгіртехнаглядом СРСР і Мінчорметом СРСР 10.04.89.

НАОП 1.2.10-1.13-79. Правила безпеки на залізничному транспорті підприємств системи Мінчормету СРСР. Затверджено Мінчорметом СРСР, 1979.

НАОП 1.2.10-1.14-86. Правила пожежної безпеки для підприємств чорної металургії. Затверджено Мінчорметом СРСР 17.04.86.

НАОП 1.2.10-2.01-79. ОСТ 14.55-79. Бірочна система на підприємствах чорної металургії. Основні положення. Порядок застосування. Затверджено Мінчорметом СРСР, 1979.

НАОП 1.2.10-5.08-77. Тимчасова інструкція з техніки безпеки при проведенні вибухових робіт на заводах Мінчормету УРСР. Затверджено Держгіртехнаглядом УРСР 19.02.77.

НАОП 1.2.20-1.04-76. Правила безпеки при виробництві алюмінію. Затверджено Держгіртехнаглядом СРСР і Мінкольорметом СРСР 25.05.76 зі змінами 1984 р.

НАОП 1.2.20-2.01-86. ОСТ 48.279-86. Бірочна система при експлуатації устаткування. Основні положення. Порядок застосування. Затверджено Мінкольорметом СРСР, 1986.

НАОП 1.4.10-1.02-83. Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів. Затверджено Мінхіммашом СРСР 5.07.83.

НПАОП 27.5-1.15-97 Правила безпеки у ливарному виробництві  
НАОП 1.4.10-1.03-85. Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при виробництві ацетилену, кисню і газополуменевій обробці металів. Затверджено Мінхіммашом СРСР 8.07.85.

НАОП 1.4.10-1.05-86. Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в ливарному виробництві підприємств хімічного машинобудування. Затверджено Мінхіммашом СРСР 6.06.86.

НАОП 1.4.10-1.06-85. Правила з охорони праці для деревообробних цехів (ділянок). Затверджено Мінхіммашом СРСР 5.05.85.

НАОП 1.4.10-1.24-58. Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в ливарному виробництві машинобудівної промисловості. Затверджено ЦК профспілки робітників машинобудування 19.01.58.

НАОП 1.4.20-2.14-83. ОСТ 2.489-17-83. Устаткування для ливарного виробництва. Ергономічна оцінка. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1983.

НАОП 1.4.20-2.18-83. ОСТ 2.Н89-19-83. Ливарне виробництво. Заливання металу в форми. Вимоги безпеки. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1983.

НАОП 1.4.20-2.19-83. ОСТ 2.Н89-24-83. Ливарне виробництво. Виготовлення заготовок методом безперервного лиття. Вимоги безпеки. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1983.

НАОП 1.4.20-2.20-84. ОСТ 2.Н89-25-84. Ливарне виробництво. Виготовлення металевих модельних комплектів. Вимоги безпеки. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1984.

НАОП 1.4.20-2.21-84. ОСТ 2.Н89-26-84. Ливарне виробництво. Виготовлення дерев'яних модельних комплектів. Вимоги безпеки. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1984.

НАОП 1.4.20-2.24-82. ОСТ 2.Н89-14-82. Виготовлення сумішей. Вимоги безпеки. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1982.

НАОП 1.4.20-2.25-83. ОСТ 2.Н89-15-83. Ливарне виробництво. Підготовка шихтових матеріалів. Вимоги безпеки. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1983.

НАОП 1.4.20-2.26-83. ОСТ 2.Н89-16-83. Ливарне виробництво. Плавка металів і сплавів. Вимоги безпеки. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1983.

НАОП 1.4.20-2.27-81. ОСТ 2.Н89-11-81. Ливарне виробництво. Виготовлення, фарбування і сушіння форм. Вимоги безпеки. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1981.

НПАОП 27.5-1.15-97 НАОП 1.4.20-6.03-88. РД 2.Н89-20-88. Ливарне виробництво. Очищення, обрубкування і зачищення виливків. Вимоги безпеки. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1988.

НАОП 1.4.20-6.04-88. РД 2.Н89-22-88. Ливарне виробництво. Виготовлення виливків і форм та видавлення стержнів. Вимоги охорони праці. Затверджено Мінверстатопромом СРСР, 1988.

Правила будови електроустановок (ПУЕ).

ДБНА 3.1-3-94. Прийняття до експлуатації об'єктів, закінчених будівництвом. Основні положення. Затверджено постановою Держкоммістобудівництва України від 05.10.94р., № 48.

Інструкція щодо складання планів захисту персоналу, населення у випадку аварій на металургійних об'єктах і ліквідації (локалізації) їх наслідків — РД-7-1Э-91, узгоджено Держпроматомнаглядом СРСР 11.11.91.

СНиП 11-4-79. Естественное и искусственное освещение. Затверджено Держбудом СРСР, 1979.

СНиП 3.05.05-84. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы. Затверджено Держбудом СРСР 7.05.84.

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Взамен ГОСТ 12.1.005-76.

ГОСТ 12.1.018-93. ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.

ГОСТ 12.2.007.9-88. ССБТ. Оборудование электротермическое. Требования безопасности.

ГОСТ 12.2.026.9-93. ССБТ. Оборудование деревообрабатывающее. Общие требования безопасности к конструкциям. Взамен ГОСТ 12.2.026.0-77, ГОСТ 12.2.026.1-80 — ГОСТ 12.2.026.21-85.

ГОСТ 12.2.046.0-90. ССБТ. Оборудование технологическое для литейного производства. Требования безопасности. Взамен ГОСТ 12.2.093-83, ГОСТ 12.2.046-80.

ГОСТ 12.2.049-80. ССБТ. Оборудование производственное. общие эргономические требования.

НПАОП 27.5-1.15-97 Правила безпеки у ливарному виробництві ГОСТ 12.2.062-81. ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные (СТ СЭВ 2696-80).

ГОСТ 12.3.005-75. ССБТ. Работы окрасочные. Общие требования безопасности (СТ СЭВ 3951-82).

ГОСТ 12.3.027-92. ССБТ. Работы литейные. Требования безопасности.

ГОСТ 12.3.028-82. ССБТ. Процессы обработки абразивным и эльборовым инструментом. Требования безопасности.

ГОСТ 12.4.026-76. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности. Взамен ГОСТ 15548-70.

ГОСТ 12.4.121-83. ССБТ. Противогазы промышленные фильтрующие. Технические условия. Взамен ГОСТ 10182-78.

ГОСТ 481-80. Паронит и прокладки из него. Технические условия.

ГОСТ 1639-93. Лом и отходы цветных металлов. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 1639-78.

ГОСТ 2787-86. Металлы черные вторичные. Общие технические условия.

ГОСТ 15595-84Е. Оборудование литейное. Машины для литья под давлением. Общие технические условия.

ДСТУ 2740-94. Виробництво виливків у металевих формах методом безперервного лиття. Вимоги безпеки.

### 3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1. Проектування, будівництво та реконструкція ливарних цехів (дільниць) та їх обладнання повинні виконуватися відповідно до діючих санітарних норм і правил, нормами технологічного проектування, з вимогами цих Правил у розділах про порядок проведення державної експертизи (перевірки) проектної документації на будівництво та реконструкцію виробничих об'єктів і виготовлення засобів виробництва на відповідність їх нормативним актам про охорону праці ДНАОП 0.00-4.20-94.

3.2. Приймання до експлуатації закінчених будівництвом (реконструкцією) ливарних цехів (дільниць) треба проводити відповідно до вимог Положення про порядок приймання до експлуатації закінчених будівництвом об'єктів за державним замовленням, затвердженого Кабінетом Міністрів України; ДБНА 3.1-3-94 "Приймання до експлуатації об'єктів, закінчених будівництвом. Основні положення"; Положення про приймання до експлуатації виробничих об'єктів ДНАОП 0.00-4.02-92.

#### **НПАОП 27.5-1.15-97**

3.3. Запровадження в експлуатацію нових та реконструйованих об'єктів ливарних цехів, впровадження нових технологій без дозволу органів державного нагляду за охороною праці забороняється.

3.4. На основі цих Правил повинні бути складені або переглянуті у встановленому порядку інструкції:

- з охорони безпеки для робітників відповідно до кожної професії;
- технологічні;
- з технічного обслуговування, експлуатації та ремонту обладнання;
- з пожежної безпеки;
- посадові для спеціалістів.

Інструкції з охорони безпеки повинні бути складені відповідно до вимог технологічних інструкцій та цих Правил, Порядку розробки та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, діючих на підприємстві, що затверджений Держнаглядохоронпраці України.

3.5. Обладнання та експлуатація мартенівських та електросталеплавильних печей, конверторів повинні відповідати вимогам Правил безпеки у сталеплавильному виробництві, що діють на підприємствах металургійної промисловості.

3.6. Електрообладнання та пристрої ливарного виробництва повинні відповідати вимогам Правил будови електроустановок (ПУЕ), Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів та Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ та ПТБ), Правилам техніки безпеки при експлуатації електричних станцій та підстанцій.

3.7. Експлуатація вантажопідіймальних пристроїв ливарних цехів повинна проводитися в точній відповідності до діючих Правил будови та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

3.8. Експлуатація металообробного устаткування повинна відповідати Правилам безпеки у прокатному виробництві, а також Правилам техніки безпеки та виробничої санітарії при холодній обробці металів у машинобудівній промисловості.

3.9. Усім робітникам під розписку повинні бути видані інструкції з безпеки праці за їх спеціальністю. Крім того, ці інструкції повинні знаходитись також на робочих, чи у спеціально виділених, місцях.

НПАОП 27.5-1.15-97 Правила безпеки у ливарному виробництві Інструкції з безпеки праці та технологічні треба переглядати не рідше одного разу на 5 років, а також при зміні технологічного процесу (умов праці), застосуванні нових видів устаткування, у вибухово- та пожежонебезпечних виробництвах — не рідше одного разу на 3 роки.

3.10. Усі робітники при влаштуванні на роботу повинні проходити вступний інструктаж з питань охорони праці.

Одночасно вони повинні бути ознайомлені під розписку про умови праці на підприємстві, наявності на робочому місці, де вони будуть працювати, небезпечних та шкідливих виробничих чинників, які ще не усунені, а також про можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах.

Організація навчання безпечним прийомам праці, інструктаж, перевірка знань працюючих повинні відповідати вимогам Типового положення про навчання, інструктаж та перевірку знань працівників з питань охорони праці, що затверджені Держнаглядом охорони праці України.

3.11. Робітники, які зайняті на роботах з підвищеною небезпекою чи там, де необхідний фаховий відбір, повинні пройти попереднє, спеціальне навчання і один раз на рік — перевірку знань відповідних нормативних актів про охорону праці. Перелік таких робіт затверджено Держнаглядом охорони праці України.

3.12. Робітники ливарних цехів повинні щокварталу проходити повторний інструктаж з питань охорони праці. Робітники, які суміщають кілька спеціальностей, одержують інструктаж відповідно до кожної з них.

3.13. Позаплановий інструктаж проводять при введенні в чинність нових чи перероблених у встановленому порядку нормативних актів про охорону праці, при зміні технологічного процесу, при порушенні робітником норма-



тивних актів про охорону праці, а також з вимоги робітників органів Державного нагляду за охороною праці, вищої господарчої організації чи Державної виконавчої влади.

Дані про проведення інструктажів записуються до особової картки інструктажу робітника чи до журналу реєстрації інструктажів з охорони праці.

3.14. Порядок допущення до роботи, навчання та перевірки знань персоналу, пов'язаного з обслуговуванням електроустановок, повинен відповідати вимогам ПТЕ і ПУЕ.

3.15. Порядок допущення до роботи, навчання та перевірки знань персоналу, пов'язаному з експлуатацією та обслуговуванням вантажопідіймальних машин, посудин, що працюють під тиском, повинні відповідати вимогам регламентуючих правил безпеки.

3.16. Посадові особи згідно з Переліком, що затверджений Держнаглядом охорони праці України, ще до початку виконання обов'язків та періодично один раз на три роки проходять у встановленому порядку навчання, а також перевірку знань з охорони праці в органах галузевого чи регіонального управління охороною праці за участю представників органів державного нагляду та профспілок.

3.17. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань з охорони праці, забороняється.

У випадку незадовільних знань з питань охорони праці, працівник повинен пройти повторне навчання.

Контроль за своєчасним проведенням іспитів та якістю перевірки знань здійснює адміністрація підприємства, вища господарча організація, органи державного нагляду та профспілок.

3.18. При влаштуванні на роботу робітники повинні пройти попередній медичний огляд, а вже працюючі — періодичний огляд, відповідно до порядку і термінів, встановлених Мінздравом України, в Положенні про медичний огляд робітників певних категорій.

3.19. Адміністрація підприємства (цеху) зобов'язана забезпечити робітників, відповідно до встановлених норм, спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Забороняється допускати до роботи осіб без відповідного спецодягу, спецвзуття та індивідуальних засобів захисту.

3.20. У кожному ливарному цеху, виходячи з наявності устаткування і робіт, розпорядженням по цеху повинні бути призначені, з числа посадових осіб, які пройшли у встановленому порядку перевірку знань відповідних правил, відповідальні за технічний стан та безпечну експлуатацію:

- електрообладнання;
- вантажопідіймального устаткування;
- газового господарства;
- кисневого устаткування;
- промислових будов, споруд та димових труб;

- транспортних засобів, а також тих, що мають право видавання нарядів-допусків на виконання робіт у газонебезпечних умовах та з підвищеною небезпекою.

3.21. У кожному ливарному цеху повинен бути складений та затверджений головним інженером (технічним директором):

- перелік газонебезпечних місць та газонебезпечних робіт;

- перелік робіт підвищеної небезпеки, згідно з ДНАОП 0.00-8.02-93,

НПАОП 27.5-1.15-97 Правила безпеки у ливарному виробництві перелік механізмів та устаткування, експлуатацію яких треба проводити із застосуванням биркової (жетонної) системи.

3.22. Газонебезпечні роботи повинні виконуватися відповідно до вимог Правил безпеки в газовому господарстві підприємств чорної металургії (ПБГЧМ-86), Правил безпеки в газовому господарстві, Положення про застосування нарядів-допусків при проведенні робіт підвищеної небезпеки.

3.23. На плавильні агрегати, ковші, інші агрегати та устаткування, а також на будови, споруди і димові труби повинні бути складені технічні паспорти за встановленою формою. Ведення зазначених паспортів покладається на керівництво цеху.

3.24. Безпосередньо біля агрегату чи на місці знаходження обслуговуючого персоналу треба, щоб висіли чітко виконані схеми розміщення і технологічні зв'язки агрегатів та трубопроводів горючих газів, мазуту, кисню, повітря, пари, води та інш. Запірні прилади повинні бути пронумеровані. Номер запірної прилади та інші ознаки в схемі повинні відповідати номеру та ознакам в технологічній інструкції.

3.25. Технологічне устаткування, плавильні агрегати треба оснастити ефективними приладами газопилопридушення та газоочищення, які забезпечують чистоту повітря робочої зони ливарних цехів (дільниць) у межах санітарних норм.

3.26. Експлуатація плавильних агрегатів при наявності течії води з систем охолодження цих агрегатів забороняється.

3.27. Наявність вологи на робочих майданчиках плавильних агрегатів, а також в інших місцях, де існує можливість, що туди потрапить розплавлений метал та шлак, не допускається.

3.28. Інструмент та пристрої, які застосовуються при обслуговуванні технологічних агрегатів та устаткування, повинні відповідати характеру роботи, яка виконується, і повинні бути в справному стані.

3.29. Періодичність перевірки стану блоків безпеки, систем сигналізації та протиаварійного (протипожежного) захисту агрегатів та устаткування і порядок оформлення результатів перевірки треба встановлювати спеціальною інструкцією, затвердженою головним інженером (технічним директором) підприємства.

3.30. Легкозаймісті та пальні рідини, мастильні та обтиральні матеріали, інші хімічні речовини, що застосовуються в технологічних процесах і при обслуговуванні машин та механізмів, повинні зберігатися у відповідній тарі та у визначених місцях.

3.31. Ручне змащування частин, які рухаються, а також прибирання під час роботи машин та механізмів, забороняється.

3.32. У кожному ливарному цеху повинен бути складений План ліквідації аварій, розроблений з урахуванням вимог відповідної інструкції.

Забороняється допускати до роботи осіб, не ознайомлених з Планом ліквідації аварій та тих, які не ознайомлені з ним у частині, що стосується місця їх роботи.

## **НПАОП**

**27.5-1.15-97**

3.33. У ливарних цехах повинен бути кабінет чи куточок з техніки безпеки, забезпечений відповідним обладнанням, наочними приладами, допоміжними матеріалами та спеціальною літературою.

## **4. ОБЛАДНАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПЛАВИЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ**

### **4.1. Вагранки**

4.1.1. Вагранки повинні бути оснащені вузлом очищення відходячого газу, який забезпечує залишкову кількість окису вуглецю та вміст пилу, що не перевищують гранично-допустимі викиди (ГДВ).

Апарати системи пилеочищення та очищення відходячих ваграночних газів треба обладнати вибуховими клапанами, які забезпечують герметизацію системи та своєчасне зниження тиску до 0,005 Мпа (0,05 кгс/кв.см).

4.1.2. На повітряних колекторах та у камерах допалювання ваграночних газів повинні бути передбачені спеціальні запобіжні клапани.

Конструкція рекуператорів повинна виключати можливість надходження газів до приміщення цеху.

4.1.3. Для спостереження та управління ваграночним процесом і роботою окремих приладів, що вимірюють температуру, тиск, хімічний склад газів і т.ін., слід передбачати центральний пульт, розміщений в ізольованому приміщенні.

4.1.4. Корпус вагранки повинен бути міцним, без щілин, які пропускають гази, та встановлюватися на спеціальних металевих опорах, що мають теплозахист, або на спеціальних майданчиках на висоті, що забезпечує механізоване відкривання днища для вагранок з тривалістю міжремонтного циклу 80 годин. Вагранки з тривалістю міжремонтного циклу понад 80 годин повинні мати лаз у нижній частині шахти для вивантаження залишків після плавлення.

Жолоб для випускання металу (металу та шлаку) повинен бути надійно з'єднаний з кожухом вагранки.

Пристрій для відкривання та закриття днища треба обладнати системою дистанційного керування, що виключає можливість самовільного та випадкового відкривання.

У днищі вагранки повинні бути отвори для виходу водяної пари під час сушіння після ремонту.

4.1.5. Взаємні розміщення вагранок роблять такими, щоб забезпечити нормальні санітарно-гігієнічні умови праці при їх експлуатації. Відстані між осями вагранок треба зробити не менше 6 м.

4.1.6. Розміри колошникових майданчиків мають забезпечувати можливість вільного обслуговування, а площадка повинна мати металеву загороду чи стіни.

Сходи, проведені на колошникові майданчики вагранок, повинні бути металевими з поручнями висотою 0,8-1,0 м із суцільною зашивкою насподі на 180-200 мм.

НПАОП 27.5-1.15-97 Правила безпеки у ливарному виробництві  
Отвори у колошниковому майданчику для підйому шихти треба відгороджувати суцільною металевою загородою висотою 1 м.

4.1.7. Захаращення колошникових майданчиків чи використання їх для робіт, що не мають відношення до обслуговування вагранок, забороняється.

4.1.8. Завантаження шихти у вагранку та баддю треба механізувати. Вся траса руху (підйому) бадді на завантажувальний майданчик повинна бути виконана у вигляді шахти з суцільними боковими металевими стінками.

Дільницю шихтового майданчику під шахтою треба загороджувати з усіх боків, крім сторони завантаження бадді. Шахта повинна бути загороджена суцільною або сітчастою загородою.

Верхня частина шахти повинна виступати над колошниковим майданчиком на висоту не менше 1 м. Нижня частина шахти повинна знаходитися на висоті не більш 2 м над підлогою шихтового майданчика.

Двері шахтного підіймача повинні мати блокування, яке виключає роботу підіймача при відчинених дверях.

4.1.9. Для зв'язку працюючих на колошниковому та шихтовому майданчиках треба встановити двосторонню сигналізацію.

4.1.10. Вагранки повинні бути обладнані пристроями для набирання та зважування шихти скіповими або іншими підіймачами для її завантаження. Конструкція скіпових або інших підіймачів повинна відповідати діючим Правилам будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів та Правилам будови і безпечної експлуатації ліфтів, затвердженим у встановленому порядку.

На вагранках з ручним завантаженням шихти завантажувальне вікно повинне бути розташоване не нижче 0,5 м над рівнем підлоги колошникового майданчика, а у вагранок з механічним завантаженням — не нижче 0,7 м. Після завантаження вагранок завантажувальні вікна треба закривати футеровочними кришками.

4.1.11. За умов ручного завантаження це вікно необхідно обладнати протидуттям, яке вимикається автоматично при відкритті завантажувального вікна.

4.1.12. При безупинному випусканні чавуну вагранки треба обладнати поворотним копильником з приводом повороту.

Поворотний копильник з газовим підігрівом повинен відповідати діючим "Правилам безпеки у газовому господарстві".

Поворотний копильник з електропідігрівом або індукційна тигельна піч, яку використовують замість копильника, повинні відповідати ГОСТ 12.2.007.9-88.

НПАОП 27.5-1.15-97 Конструкція льотки вагранок з періодичним випуском чавуну повинна забезпечувати її дистанційне відкривання та закриття спеціальним інструментом на довгій рукоятці.

4.1.13. Вагранки, які мають загальну димову трубу, повинні мати заглушки, що дають можливість ізолювати вагранку, яка ремонтується, від проникнення газів, що виділяються працюючими вагранками.

У вагранок, які будуються знову, забороняється об'єднання димової труби від декількох вагранок.

4.1.14. Усі фурми вагранки повинні бути оснащені відкидною рамкою з очком, що закрито небитким кольоровим склом для спостереження за ходом плавлення та очищення від шлаку.

При розміщенні фурм вагранки вище на 1,5 м над рівнем підлоги, навкруги них треба обладнати майданчик завширшки не менше 0,3 м із загородженням.

4.1.15. Вагранки повинні бути обладнані пристроями для грануляції шлаку.

Транспортування шлаку від вагранки повинно бути механізовано. Шлакові льотки повинні бути обладнані захисними засобами, що охороняють працюючих від бризок, які утворює шлак.

Пристрої видалення та грануляції шлаку повинні бути обладнані місцевим відсмоктувачем з патрубком для підключення до цехової вентиляційної системи. Кількість відсмоктаного повітря треба зафіксувати в стандартах та технічних умовах на кожен модель вагранки.

4.1.16. Для випуску залишку металу та "холодного" чавуну треба мати ізложниці.

4.1.17. Дільниці для сушіння ковшів повинні бути обладнані механічною вентиляцією. Вибивання футеровки ковшів треба проводити безпечним засобом із зволоженням та в охолодженому стані.

4.1.18. Шлак із вагранок не можна випускати на підлогу та зрошувати водою для його охолодження.

4.1.19. Пропалювання льотки у вагранці при застосуванні кисню треба проводити відповідно до спеціальної інструкції, затвердженої у встановленому порядку.

4.1.20. У разі припинення дуття під час плавлення фурмені засувки негайно відкривають.

#### ***НПАОП 27.5-1.15-97 Правила безпеки у ливарному виробництві***

Для попередження вибухів при раптовій зупинці дуття треба передбачати зворотні клапани, які виключають можливість проникнення ваграночних газів у підводи дуття.

4.1.21. Прибирання залишків шихти та холостої колоші при вибиванні вагранок має бути механізованим.

4.1.22. Ремонт вагранок треба проводити при температурі повітря всередині шахти, що не перевищує 40 °С. Ремонтні роботи повинні виконуватися згідно з нарядом-допуском.

4.1.23. Для огляду та проведення внутрішніх ремонтних робіт вагранка повинна мати захисні засоби, які влаштовуються нижче або на рівні завантажувального вікна чи вузла завантаження.

## **4.2. Полуменеві печі**

4.2.1. Напірні витратні баки палива треба влаштовувати на металевих майданчиках обабіч від печі. Паливні баки повинні бути міцно закриті кришками і включати:

- показчик рівня палива;
- спусковий кран з трубою, яка виведена у підземний аварійний резервуар;
- трубку для сполучення із зовнішньою атмосферою та переливну трубку, яка виведена також у підземний аварійний резервуар.

На спусковій трубці біля вентиля треба зробити напис "Відкрити у випадку пожежі".

Спускова та переливна трубки повинні мати гідравлічний засув. Місткість аварійного резервуару повинна відповідати загальному обсягу витратних баків, встановлених у приміщенні.

4.2.2. На трубопроводі для подавання палива до кожної печі, крім вентиля для вимкнення форсунок, повинен бути встановлений вентиль, розміщений за вогнестійкою стінкою або ж на відстані 15 м від печі.

4.2.3. Подачу ЛЗР (легкозаймистих рідин) у витратні баки треба механізувати.

4.2.4. Експлуатація підземних витратних баків повинна проводитися відповідно до "Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском", затверджених у встановленому порядку.

**(НПАОП 27.5-1.15-97)** 4.2.5. Підігрівання мазуту в баках треба проводити парою чи гарячою водою до температури, встановленої для даної марки мазуту. Для контролю за температурою у баках повинні бути встановлені термометри з приладами.

4.2.6. Вентилі, що регулюють подачу палива, повітря до форсунок та пальників, чи проводи для керування ними треба влаштовувати осторонь від форсункових отворів для запобігання опіків полум'ям.

4.2.7. Тигельні печі шахтного типу із тиглями, що виймаються, повинні бути оснащені механізованими пристроями для виймання або переміщення тиглів.

Шихтові матеріали треба завантажувати у тиглі сухими, без примусового ущільнення.

4.2.8. Топки газових печей треба влаштовувати тільки у надземному положенні. Конструкції камери горіння та димових каналів повинні виключати можливість утворення закутків для скупчення газів.

4.2.9. Кожну газову піч треба обладнати системою безпеки, яка включає запобіжний клапан, що автоматично вимикає подавання газу при падінні тиску, та засобами звукової і світлової сигналізації.

Регулювання теплового режиму роботи печі повинно проводитися з пульту керування.

У випадках припинення дуття, під час ходу плавлення, усі фурмені засувки треба негайно відкрити.

4.2.10. Перед розпаленням газових пальників повітропроводи та камера печі повинні бути провентильовані.

4.2.11. Полуменеві печі, що працюють на рідкому паливі, треба обладнати місцевою витяжною вентиляцією, яка відповідає п. 3.25 цих Правил.

4.2.12. Щоб запобігти попаданню розплавленого металу у лежак печі, нижній рівень лежаку по футеровці повинен бути вищим за нижній рівень завантажувального вікна не менше, як на 100 мм. Піч повинна бути збудована так, щоб при її завантаженні шихтовий матеріал не міг потрапляти у лежак.

Підсипання порогів треба проводити за допомогою механічних пристроїв з дистанційним керуванням.

Заправлення подини та відкосів печей треба здійснювати заправними машинами, обладнаними лобовими та боковими екранами для захисту робітників від теплового випромінювання.

НПАОП 27.5-1.15-97 Правила безпеки у ливарному виробництві Спускання шлаку треба проводити у ковші або коробці, які усувають з робочого майданчика механізованим способом.

4.2.13. Очищення лежаків та проведення ремонтних робіт всередині треба проводити тільки при повній зупинці роботи печі та при температурі повітря всередині лежаків не вище 40° С. До виконання зазначених робіт повинно бути забезпечене вилучення скупчень шкідливих газів та підігрітого повітря використанням місцевих вентиляційних установок.

Всередині лежаків робітники повинні працювати періодично з відпочинком назовні кожні 20 хв. Зазначені роботи повинні виконуватися згідно з нарядом-допуском.

4.2.14. До роботи щодо ремонту, огляду та очищенню лежаків можуть допускатися спеціально підготовлені робітники, які пройшли медичний огляд. Жінки та підлітки до 18 років до цієї роботи не допускаються.

Виконання робіт по ремонту, огляду та очищенню лежаків кожний раз треба проводити після відповідного інструктажу на робочому місці перед початком роботи та під постійним спостереженням відповідальної особи.

Відкривання днища та вибивку корки кожної плавки повинні проводити робітники при обов'язковій присутності посадової особи, відповідальної за безпечне проведення робіт.

4.2.15. Продукти очищення, що вилучаються з лежаків, до подальшої переробки не допускаються. Місця для їх виведення треба погоджувати з службами державного санітарного нагляду.

4.2.16. На кожному підприємстві (у цеху) повинна бути (узгоджена з органами санітарного і технічного нагляду та затверджена директором) докладна інструкція процесу огляду і очистки лежаків, що враховує всі місцеві умови роботи печі. Інструкцію треба видавати під розписку всім робітникам і посадовим особам, які мають відношення до огляду і очистки лежаків.

## 5. ПІДГОТОВКА МЕТАЛЕВОЇ ШИХТИ

5.1. Усі роботи щодо приймання, сортування, розвантаження і розливання металевого брухту повинні виконуватися в точній відповідності з Правилами безпеки при заготівлі і переробці брухту і відходів чорних металів, вимогами цих Правил і відповідних ГОСТів — брухту і відходів кольорових металів — згідно ГОСТ 1639-78, брухту і відходів чорних металів — ГОСТ 1287-86.

При цьому порожнисті предмети брухту (труби, циліндри) повинні бути звільнені від вмісту і доступні для огляду внутрішньої поверхні.

Оброблення металевого брухту, бракованих виливків і т.ін. повинно виконуватися на копрових і скрапообробних подвір'ях чи у цехах.

Кожна партія металобрухту, що одержана від постачальників, має супроводжуватися документом, що посвідчує його вибухобезпечність.

При внутрішньозаводських постачаннях у документах, що супроводжують металобрухт, повинен бути запис про вибухобезпечність брухту за підписом контролера, який виконував перевірку.

*НПАОП 27.5-1.15-97*

5.2. Територія копрових подвір'їв повинна мати загородження, знаки безпеки, плакати і попереджувальну сигналізацію.

5.3. На підприємствах, що будуються знов і тих, що реконструюються, копри повинні бути розташовані не ближче 100 м від робочих, житлових приміщень і доріг, на яких здійснюється рух.

Віконні отвори житлових і виробничих будов, віддалених від копрів на відстань менше 100 м, (що розміщені у напрямку копрів), повинні загороджуватися міцними сітками, а дверні отвори розташовуватися з боку протилежного відносно копрів.

5.4. Шатро копра повинно бути загороджено міцними стінками на висоту не менше 3/4 висоти максимального підйому копрової "баби". Загородження треба зробити сталевим чи дерев'яним з брусків і шпал товщиною не менше 150 мм.

Нижня частина загороди (стін) копра висотою 4 м повинна мати подвійні стінки загородження з брусків товщиною 300 мм або з бетону, захищеного сталевим броню.

5.5. Отвори в загороді повинні закриватися ворітьми чи шторами, які опускаються, обладнаними блокуючими пристроями, що виключають можливість підйому копрової "баби" при відкритих отворах.

5.6. Міцність загороди шатра і дверей повинна забезпечувати неможливість пробивання їх уламками.

5.7. Нагорі піраміди копра повинна бути влаштована покрівля і майданчик для безпечного обслуговування тросового блоку і т.ін. Для підйому на майданчик повинні бути встановлені сходи, і на них, починаючи з висоти 3 м, крізь кожні 0,6 м повинні бути влаштовані металеві дуги, що запобігають від можливого падіння робітника, який піднімається або спускається.

5.8. Кабіна керування розбивальним краном, місце знаходження машиніста вантажного візка або підйомальної лебідки копрів повинні мати надійний за-



хист від кусків брухту, які можуть розлітатися, та мати пристрій для безпечного спостереження за розбивальним залом (місцем).

5.9. Для сповіщення про підйом і падіння "баби" необхідно встановити звукову сигналізацію, причому плакат із зазначенням встановлених сигналів повинен бути прикріплений на видному місці. Між робітниками копрової бригади і машиністом копра треба встановити надійний зв'язок.

5.10. Усі підйимально-транспортні механізми повинні бути справними, оснащені захисними пристроями і відповідати "Правилам будови і безпечної експлуатації вантажопідйимальних кранів".

5.11. Механічне чи електромагнітне захватно-скидальне пристосування копрової "баби" повинно забезпечувати надійну фіксацію, яка виключає можливість самовільного скидання копрової "баби".

5.12. Копри вежового типу, що обслуговуються мостовими кранами, повинні бути оснащені пристроями для центрування та переміщення копрової "баби". Не допускається центрування копрової "баби" вручну.

(НПАОП 27.5-1.15-97 *Правила безпеки у ливарному виробництві*) Усі блоки підйимального механізму копрової установки повинні мати міцні борти і пристрої, що перешкоджають випадінню троса, який має слабіну, з канавки ("струмка") блоку.

5.13. Складання піднятої копрової "баби" із відповідно зафіксованої максимальної висоти повинне виконуватися автоматично.

5.14. Завантаження копра повинне бути механізованим і здійснюватися відповідно до галузевої нормативно-технічної документації.

5.15. Не допускається виконувати будь-які роботи в розбивальному залі при піднятій копровій "бабі" або при роботі електромостового крана на підбиранні та укладанні металу.

5.16. Кабіни кранівників і механізми кранів повинні бути захищені металевою обшивкою або міцною сіткою від можливого влучення уламків.

5.17. Обробка заготовок на фрикційному пресі (чушколомі) повинна проводитися із застосуванням спеціального оснащення (пристроїв), що обумовлюють безпечну роботу обслуговуючого персоналу.

5.18. Конструкція гідравлічних ножиць, пресів повинна виключати можливість раптового опускання механізму, що робить розріз, який трапляється під дією його власної маси при падінні тиску в живлячій мережі.

5.19. Роботи з газовим розрізанням металобрухту повинні виконуватися відповідно до діючих Правил безпеки в газовому господарстві підприємств чорної металургії, Правилами будови і безпечної експлуатації посуду, що працюють під тиском, Правилами техніки безпеки і виробничої санітарії при виробництві ацетилену, кисню та газополуменевій обробці металів, Правилами пожежної безпеки під час проведення зварювальних та інших робіт з полум'ям на об'єктах народного господарства.

5.20. Вибухові роботи виконуються відповідно до вимог Єдиних правил під час проведення вибухових робіт, інструкції з охорони праці при проведенні вибухових робіт на металургійних підприємствах Мінпрому України, затверджених Держнаглядом охорони праці України.

5.21. Шихтове подвір'я ливарних цехів необхідно влаштовувати критими, обладнаними підйимально-транспортними пристроями, що забезпечують механізацію розвантаження матеріалів.

Підлога шихтового подвір'я, на якій розвантажуються і обробляється метал, повинна бути виконана з міцного матеріалу, рівно укладена, без вибоїн і ям. Якщо транспортування шихти здійснюється магнітною шайбою, підлога повинна бути викладена з немагнітних матеріалів.

5.22. Укладати шихтові матеріали необхідно в сталі штабелі висотою не більше 1,5 м. Проходи між штабелями повинні бути не менше 1 м завширшки.

5.23. Вантажі біля залізничних і кранових рейкових колій повинні знаходитися при висоті штабелю 1,2 м на відстані від ближньої рейки не менше 2 м, при більшій висоті — не менше 1,5 м.

5.24. Бункери для металу, флюсів і коксу повинні бути обладнані затворами і мати у верхній частині майданчик обслуговування шириною не менше 1 м, який загороджують поручнями.

5.25. Роботи по вивантаженню матеріалів, що надходять на склади, повинні бути механізовані.

## 6. СУМІШЕПРИГОТУВАННЯ

6.1. Матеріали, що використовуються для приготування формувальних і стержньових сумішей, повинні мати паспорти — характеристики (сертифікати).

Нові матеріали повинні застосовуватися тільки після узгодження з органами державного санітарного нагляду.

Усі процеси приготування формувальних стержньових сумішей, транспортування вхідних матеріалів і сумішей повинні бути механізовані.

6.2. Застосування у виробництві нових видів закріплювачів, розчинників, фарб та інших хімічних речовин допускається тільки після проведення токсикологічної експертизи та узгодження з органами санітарної епідеміологічної служби Мінздрава України.

6.3. Для попередження забруднення повітря пилом у ливарних цехах, треба застосовувати відповідне транспортування матеріалів, що порошать, наприклад, у вигляді пневмо- і гідротранспорту, закритих стрічкових транспортерів, обертових транспортних труб.

6.4. Стрічкові транспортери для передачі матеріалів, що виділяють шкідливі речовини (порох, гази та ін.), повинні бути обладнані укриттями, які приєднані до відсмоктуючої вентиляційної системи. Кількість повітря, яке від-смоктується, виходячи з розрахунку його швидкості у відкритих отворах не менше 1 м/с.

6.5. Очищення барабанів і стрічок конвейерів і елеваторів від сумішей, що налипають, під час роботи повинно виконуватися автоматично. Ручну очистку дозволено проводити тільки після зупинки механізмів.

6.6. Формувальні суміші треба очищати від механічних включень за допомогою магнітних сепараторів.

Прибирання відходів з-під магнітного сепаратора необхідно проводити тільки при вимкненому устаткуванні та за допомогою пристроїв з немагнітних матеріалів.

6.7. Завантаження у бігуни компонентів суміші повинно здійснюватися з бункерів-дозаторів автоматично чи механізовано без витоків і розсипу (просипання).

6.8. Млини для розмелювання вугілля, глини, шамотної цегли та інших матеріалів повинні бути повністю вкриті суцільними герметичними кожухами.

(НПАОП 27.5-1.15-97 *Правила безпеки у ливарному виробництві*) 6.9. Плоскі вібраційні сита повинні бути обладнані суцільними кожухами з люками для обслуговування і патрубком для приєднання до вентиляційної системи. Кількість повітря, яке відсмоктується, повинна бути прийнятною виходячи з розрахунку 1500 куб.м за год. на 1 кв.м поверхні сита.

Привід сит повинен бути обладнаний блокуванням, що запобігає його включенню при вимкненій вентиляції та відкритих люках.

6.10. Барабанні сита повинні бути обладнані суцільними захисними кожухами з отвором тільки для завантажувальної воронки і люками для обслуговування. Нижня частина рами сита повинна прилягати до верхньої частини бункера, розміщеного під ситом. Захисний кожух повинен бути обладнаний патрубком для приєднання до вентиляційної системи.

6.11. Бункери для зберігання суміші та її компонентів повинні бути обладнані зверху запобіжними загородами, що виключають падіння робітників у бункер.

6.12. Бункери повинні бути обладнані пристроями (перегрівачі, вібратори та ін.) або облицьовані спеціальними матеріалами (фторопласт та ін.), що запобігають зависанню або заклинюванню в них суміші.

6.13. Робочий простір чашкових змішувачів повинен бути вкритий пилозахисним ковпаком з патрубком для приєднання до вентиляційної системи. Кількість повітря, яке відсмоктується, повинна бути встановлена в стандартах і технічних умовах на конкретні моделі змішувачів.

6.14. Конструкція чашкових змішувачів повинна передбачати:

- можливість автоматизації керування і вмонтування дозаторів компонентів суміші;
- спеціальні пристрої для безпечного відбору проб суміші в процесі перемішування;
- розвантажувальні люки, обладнані механізмами, що гарантують безпеку при їх відкриванні та закритті;
- засоби для полегшення ремонтних робіт;
- оглядові вікна, обладнані ґратами;
- блокування кришок і дверцят люків для обслуговування і ремонту, що викликають змішувач при їх відкриванні, та ті, що виключають можливість пуску при їх відкритому положенні, якщо вони можуть бути відкриті без допомоги інструменту;
- бокові загородами зони переміщення завантажувальних пристроїв.

6.15. Дверцята люків лопатевих змішувачів повинні мати ущільнення, що виключають вихід пилу з робочого простору, і блокування, що виключає роботу змішувачів, якщо хоча б одна з них буде відкрита.

На корпусі лопатевого змішувача повинен розміщуватися патрубок для підключення до вентиляційної системи.

*НПАОП 27.5-1.15-97* 6.16. Аератори повинні мати захисний кожух із патрубками для приєднання до витяжної вентиляційної системи. Кількість відсмоктуваного повітря приймають, виходячи з швидкості у відкритих отворах не менше 0,7 м/с.

Конструкція аераторів повинна передбачати блокування, що виключає його роботу при відкритих люках для обслуговування і відключеній вентиляції.

6.17. Ройери слід загороджувати запобіжними сітками для захисту працюючих від можливого вилітання часток металу, що залишилися у формувальній масі.

6.18. Сушильні плити для піску і глини повинні бути укріті зонтом або кожухом і оснащені механічним відсмоктувачем. У цехах, що будуються знов, і тих, що реконструюються, сушильні плити встановлювати забороняється.

6.19. Автоматичний комплекс для регенерації пісків повинен бути обладнаний системою відсмоктування і очищення пилогазових викидів. Параметри системи відсмоктування повинні бути включені в технічні умови на конкретні моделі комплексу.

6.20. У приміщенні для розмелювання вугілля електрообладнання і освітлюванні пристрої треба застосовувати у вибухобезпечному виконанні. Температура вугільного пилу в бункерах не може бути вищою за 70° С, а запас його — не більше добової потреби.

Приплив повітря у вуглемельне приміщення повинен складати не більше 80% обсягу механічної витяжки.

6.21. По закінченню роботи все вуглемельне устаткування і те, що транспортує, повинне бути очищено від пилу. Усі місця, на яких можливе осідання пилу, повинні бути доступні для очищення.

6.22. Вуглемельне устаткування (бункери, сепаратори, циклони, трубопроводи) треба забезпечити спеціальними трубами із запобіжними вибуховими клапанами з площею, що є достатньою для випуску продуктів вибуху в атмосферу. Для спостереження за температурою вугільного пилу в бункерах необхідно передбачати контрольні прилади.

6.23. Застосування мазуту замість вугілля для формувальних сумішей допускається тільки за узгодженням із санітарним наглядом в механізованих ливарних виробництвах.

6.24. Ливарні цехи повинні забезпечуватися сульфатним лугом, як правило, у рідкому стані.

У разі варення сульфітного луку в цеху, варильні баки повинні розміщуватися у витяжних шафах із швидкістю руху повітря в робочому отворі шафи 0,7 м/с.

6.25. Ливарне устаткування і автоматичні комплекси, що мають органи управління механізмів чи інші прилади, розміщені на недосяжній з підлоги

висоті і ті, що вимагають постійного чи періодичного налагодження, спостереження, контролю чи ремонту, повинні забезпечуватися стаціонарними, знімальними, відкидними майданчиками і сходами. Опорні поверхні устаткування, підніжок, настилів спеціальних майданчиків і сходів повинні виключати ковзання.

#### ***НПАОП 27.5-1.15-97***

#### ***7.Правила безпеки у ливарному виробництві***

7.1. При підйомі на висоту до 1 м і при роботі не менше 120 с застосовують стаціонарні чи відкидні майданчики завширшки 0,4..0,5 м або окремі сходи та підніжки з розмірами в плані не менше 0,2 \* 0,2 м.

При підйомі на висоту понад 1 м і при роботі понад 120 с застосовують стаціонарні майданчики шириною не менше 0,7 м.

7.2. Майданчики повинні загороджуватися поручнями висотою 1м і мати обшивку зі споду висотою 0,1 м. На висоті 0,5 м від настилу повинна бути виконана додаткова загороджуюча смуга (труба, планка і т.ін.).

Вхід на майданчик повинен загороджуватися відкидною перекладиною або дверцятами, що надійно закріплюються в робочому положенні і що відкриваються всередину майданчика.

7.3. При розміщенні майданчиків на висоті менше 2,2 м від підлоги їх бокові поверхні повинні фарбуватися у сигнальний колір згідно з ГОСТ 12.4.026.

7.4. На робочих майданчиках повинні бути таблички з вказівкою допустимого загального і зосередженого навантаження, на яке він розрахований. Опорні елементи майданчиків і сходів повинні розраховуватися на навантаження не менше 5000 Н/кв.м (500 кгс/кв.м)



Підписано до друку 27.10.2014р. Формат 60x90/16  
Папір офсетний. Друк – ризографія. Умовн. друк. арк. 0,9  
Гарнітура Times New Roman.  
Наклад 300 примірників. Зам. № 4315

Надруковано у ФОП Гаража М.Ф.  
Свідоцтво серія В01 № 414919 від 20.01.2003 р.  
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20-Б