**Лекція № 5 МАШИНОБУДІВНИЙ КОМПЛЕКС**

5.1. Загальні відомості про складові комплексу. Географія розміщення

В Україні машинобудування є багатопрофільним і представлене такими галузями, як загальне, транспортне та точне машинобудування. Залежно від технологічних особливостей кожна з галузей має свої принципи розташування. Так, загальне машинобудування тяжіє переважно до споживача та металургійних баз, транспортне - до трудових ресурсів певної кваліфікації, точне - до найбільших наукових центрів.

Машинобудівний комплекс складається з металообробки, власне машинобудування та малої металургії.

Металообробка - це виготовлення металевих виробів, металоконструкцій, ремонт машин та обладнання.

Мала металургія - це невеликі цехи при машинобудівних підприємствах, які випускають деталі для різних машин та заготовок для їх виготовлення. Мала металургія представлена ливарним і ковальсько- пресовим виробництвом, зварюванням та штампуванням. *Машинобудування справедливо називають серцевиною індустрії.*

**Загальне машинобудування** займається виготовленням засобів виробництва і є досить металомістким. Тому воно зорієнтоване на споживача та райони чорної металургії. Його основними галузями є важке та сільськогосподарське машинобудування, а також тракторобудування, верстатобудування, виробництво устаткування для легкої та харчової промисловості.

*Важке машинобудування* виробляє енергетичне, металургійне, гірниче, хімічне та нафтохімічне устаткування, машини для будівництва та портового господарства.

*В Україні склалися такі райони та центри важкого машинобудування: Донецький (Краматорськ, Горлівка), Харківський (Харків), Придніпровський (Дніпропетровськ, Кривий Ріг), Прикарпаття (Львів, Дрогобич, Борислав).*

*Сільськогосподарське* машинобудування виробляє комбайни та інші сільськогосподарські машини і зорієнтовано на споживача (спеціалізацію сільського господарства). *Зернозбиральні комбайни виробляють у Херсоні та Олександрії, бурякозбиральні - у Тернополі і Дніпро­петровську, кукурудзозбиральні - у Херсоні, торфозбиральні - у Світло- водську. Тракторобудування є трудомістким і виготовляє колісні і гусеничні трактори (Харків, Дніпропетровськ) та тракторні агрегати (Київ, Вінниця).*

*Верстатобудування* переважно займається виробництвом верстатів - металообробних, деревообробних, розточувальних. Останнім часом зростає частка виготовлення обладнання з числовим та програмним керуванням і верстатів-автоматів. *Цю галузь представлено у Києві, Львові, Харкові, Дніпропетровську, Краматорську, Житомирі.*

*Устаткування для легкої та харчової промисловості* виготовляють у багатьох містах, що пов'язано зі значними потребами у цій продукції. *Зокрема цю продукцію випускають у Києві, Харкові, Одесі, Львові, Василькові, Мукачеві та інших містах.*

**Транспортне машинобудування** сьогодні розвивається стрімкими темпами, займається виробництвом різноманітних транспортних засобів і вирізняється своєю трудомісткістю. До його галузевого складу входять залізничне машинобудування, автомобілебудування, суднобудування, авіаракетобудування.

*Залізничне машинобудування* є однією з найстаріших галузей в Україні і складається з двох підгалузей: локомотивобудування та вагонобудування. *У нашій країні виготовляють тепловози (Луганськ, Харків) та електровози (Дніпропетровськ). Найбільшим центром ва­гонобудування є Кременчук, в якому традиційно виробляють товарні вагони та розпочато випуск пасажирських. Іншими центрами є Дніпродзержинськ, Стаханов, Луганськ, Маріуполь.*

*Суднобудування* є традиційною галуззю України і наближене до споживача готової продукції, тобто морських та річкових портів. *Вітчизняне суднобудування виникло наприкінці XVIII ст. у Херсоні. Але у зв'язку зі зручністю географічного положення найбільшим центром суднобудування у Центральній Європі став Миколаїв. Центри річкового суднобудування розміщені переважно на Дніпрі (Київ, Запоріжжя, Херсон) та Дунаї (Юлія, Ізмаїл).*

*Автомобілебудування* України вирізняється найрізноманітнішою продукцією. Експортне значення має виготовлення вантажних автомобілів КРАЗ, що налагоджене у місті Кременчук.

*Легкові автомобілі виготовляють у Запоріжжі, Іллічівську, Луцьку і Черкасах, вантажопасажирські - у Кременчуці, Луцьку і Львові, мотоцикли - у Києві, мопеди - у Львові, велосипеди - у Харкові та Чернігові. Автобуси виготовляють у Львові та Черкасах, тролейбуси - у Києві, Львові та Дніпропетровську, трамваї - у Луганську та Дніпропетровську. Останнім часом у Києві і Кременчуці розпочато виготовлення вагонів метрополітену.*

*Авіаракетобудування.* На світовому ринку Україна відома надпотужними вантажними літаками ("Руслан", "Мрія") та пасажирським АН-70, які виготовляють у Києві і Харкові. *Сьогодні пасажирські літаки та гелікоптери виготовляють у Києві, Харкові, Донецьку. У Дніпро­петровську розвинене виготовлення ракет-носіїв та іншої космічної техніки.*

**Точне машинобудування** стало надбанням другої половини XX ст. і дало світу новітню продукцію приладобудування, електротехніки і особливо електроніки. Точне машинобудування є наукомістким.

**5.2. Мала металургія**

Виробництво більшості деталей починається з виготовлення заготовок для них. Форма заготовки має бути максимально наближеною до форми готової деталі. Тому більшість деталей (50-80% від загальної маси машин) виготовляють за допомогою ливарного, штампувального, ковальсько-пресового та зварювального виробництв.

5.2.1. Ливарне виробництво. Основні технологічні процеси

Суть ливарного виробництва полягає в отриманні заготовок шляхом заливання розплавленого металу або сплаву у ливарну форму. Це найбільш простий та дешевий спосіб отримання виробів.

**Класифікація способів виготовлення виливків**.

Їх класифікують за:

* кількістю заливань розплавів у ливарну форму (разові та багаторазові);
* конструкцією ливарних форм (роз'ємні та нероз'ємні);
* матеріалом, з якого виготовляють форми (піщано-глиняні, піщані, графітові, керамічні, металеві тощо);
* тиском, під яким перебуває рідкий метал у формі (атмосферний, низький, високий, вакуум);
* способом подавання розплавленого металу у форми (вільне лиття, лиття під тиском, вакуумне лиття, лиття за допомогою вібрації, ультразвуку, електромагнітних полів тощо).

Технологія одержання виливків із використанням піщаних форм складається з окремих процесів:

* виготовлення модельно-стрижневого оснащення;
* приготування формувальних і стрижневих сумішей;
* виготовлення стрижнів і ливарних форм;
* розплавлення металу;
* заливання ливарних форм рідким металом;
* кристалізація та твердіння розплаву;
* вибивання затверділих виливків із форм;
* відрубування та зачищення виливка з видаленням ливників;
* термічна обробка стальних виливків і деталей з ковкого чавуну;
* контролю якості готової продукції.

Із перерахованих процесів два є основними: виготовлення ливарної форми та приготування розплаву, а інші - допоміжними.

Виготовлення одноразової ливарної форми називають формуванням. Ливарну форму виготовляють за допомогою оснащення з формувальних матеріалів - суміші кварцового піску та глини, іноді з домішкою вугільного порошку, тирси та ін. Цю суміш називають формувальною.

**Технологія спеціальних способів лиття.** У серійному та масовому виробництві застосовують спеціальні види лиття, які забезпечують високу якість і точність виливків, внаслідок чого значна їх частина - готові деталі.

Залежно від матеріалу, способу виготовлення та заливання металу розрізняють лиття: в металеві форми, відцентрове, під тиском, в оболонкові форми (кіркові), точне за виплавлюваними моделями.

*Відцентрове лиття* здійснюється методом заливання металу в форму, що обертається навколо горизонтальної або вертикальної осі. Завдяки відцентровим силам, які розвиваються під час обертання форми, метал відкидається до її периферійної частини, при цьому утворюється внутрішня поверхня пустотілого виливка, яка має дрібнозернисту структуру та високу міцність. Переваги цього способу - висока продуктивність і якість виливків та коефіцієнт використання металу за відсутності ливників, випорів і малих припусків на обробку різанням. Недоліки - дороге обладнання для відцентрового лиття та те, що ним можна відливати лише виливки тіл обертання.

*Лиття під тиском* здійснюється заповненням металевих форм рідким металом під тиском поршня або стисненого повітря. Заготовки, відлиті під тиском, майже не потребують подальшої обробки і мають підвищену міцність. Цей спосіб застосовують у масовому та багатосерійному виробництві з алюмінієвих, магнієвих, мідних та інших сплавів для виливків масою від кількох грамів до десятків кілограмів. Товщина стінок виливків не повинна перевищувати 6 мм, щоб вони не були пористими.

*Лиття в оболонкові форми*. Підігріту до 200-250°С модель або плиту з моделями засипають формувальною сумішшю, яка складається з 92-95% дрібного піску та 5-8% бакелітового порошку. Навколо моделі швидко утворюється оболонка із сплавленої піщано- бакелітової маси завтовшки 6-8 мм. Оболонку разом з моделлю витримують 1 хв. у печі за температурою 300-350°С, внаслідок чого вона набирає потрібної міцності. Утворюється напівформа, яку з'єднують струбцинами або скобами з аналогічною напівформою. Для заливання металу форми складають вертикально або горизонтально по кілька десятків штук. Заготовки, відлиті у таких формах, мають високу точність і малу шорсткість поверхні. Одержані виливки - фактично готові деталі. Лиття в оболонкові форми застосовують для одержання плоских, складних за формою та дрібних виливків з будь-яких сплавів. Цей спосіб - високопродуктивний і процес лиття легко автоматизується.

*Точне лиття за моделями*, що виплавляються, застосовують для виготовлення точних заготовок складної конфігурації: інструментів (свердла, фрези), важливих деталей швейних машин, автомобілів, тракторів тощо, без подальшої механічної обробки. Цей спосіб складний, але за масового або багатосерійного виробництва економічно вигідний. Щоб вилити виріб, виготовляють еталон із сталі або латуні з урахуванням усадки. З легкоплавкого сплаву за моделлю роблять прес- форму, яка складається з двох частин і має ливникову систему.

**5.2.2. Кування та штампування.**

Основні технологічні процеси

Поковки, штамповки та прокат одержують обробкою металів тиском. У одиночному та малосерійному виробництві поковки одержують куванням на молотах або пресах.

Кування металу в одиночному виробництві є одним з основних технологічних процесів, який за цих умов вигідно відрізняється від обробки металу різанням - висока продуктивність та раціональне використання металу. Деталі, виготовлені куванням, мають підвищені механічні властивості. Кування складається з приготування вихідного металу, нагрівання і формоутворення його, обробки поковки. Розрізняють кування ручне та машинне.

**5.3. Оброблювальне виробництво**

*Для загального уявлення про виробничі процеси оброблювального виробництва розглянемо деякі способи обробки матеріалів, з яких виготовляють необхідні деталі та вузли для машинобудівельної галузі.*

**5.3.1. Обробка матеріалів різанням**

Обробці різанням піддаються метали такі, як залізо, мідь, алюміній та сплави і деякі неметалеві матеріали. Розрізняють такі види обробки матеріалів різанням:

* *точіння* - здійснюють на верстатах токарної групи (рис. 5.6, а);
* *свердління* - виконують на свердлильних верстатах (рис. 5.6, б);
* *фрезерування* - на фрезерних верстатах (рис. 5.6, в);
* *стругання* - на поперечно- та поздовжньо-стругальних, поперечно­стругальних і поздовжньо-стругальних верстатах (рис. 5.6, г, д);
* *шліфування* виконують на шліфувальних верстатах (рис. 5.6, є, ж).



Рис. 5.6. Види обробки різанням:

а - точіння; б - свердління; в - фрезерування; г - поперечне стругання; д - поздовжнє стругання; е - протягування; є - плоске шліфування; ж - кругле шліфування; 1 - різальний інструмент; 2 - заготовка.

***5.3.2 Електрофізичні, електрохімічні, термічні методи обробки матеріалів***

Для обробки матеріалів застосовують електрофізичні, електро­хімічні, термічні та інші методи, а в деяких випадках - нанесення покриття.

Під час електрохімічної обробки металів розміри, форми і (або) шорсткість поверхні змінюються внаслідок розчинення її матеріалу в електроліті під дією електричного струму. Застосовують електрохімічне травлення, точіння, шліфування, свердління (прошивання) тощо.

*Електрохімічне точіння* - це електрохімічна обробка під час обертання заготовки та поступального переміщення інструмента - електрода.

*Електрохімічне прошиття* - це електрохімічна обробка, за якої електрод-інструмент заглиблюють у заготовку, утворюючи отвір постійного перерізу.

*Термічна обробка* - це процес, за якого змінюють структуру металу, щоб одержати нові механічні властивості внаслідок теплового впливу під час нагрівання, витримки та охолодження.

*Електрофізична* обробка полягає в зміні форми, розмірів і (або) шорсткості поверхні заготовки внаслідок застосування електричних розрядів, магнітострикційного ефекту, електронного або оптичного випромінювання, плазмового струменя.

*Нанесення покриття* - це обробка, внаслідок якої утворюється на поверхневому шарі заготовки прошарок з іншого матеріалу. Прикладами нанесення покриття є фарбування, анодування, оксидування, металізація.

**5.3.3 Зварювання. Основні технологічні процеси**

*Зварювання* - це процес з'єднання в одне ціле окремих металевих частин міжатомними силами зчеплення, які можуть виникати між контактними частинами, що з' єднуються, коли відстань між ними наближається до міжатомної.

Застосовують газокисневе та електродугове різання металів. Газокисневе різання виконують кисневим різаком, який утворює розріз внаслідок згоряння в струмені кисню, що витікає з мундштука різака під час підігрівання місця розрізування. Різати метал можна електричною дугою. Ефективніше різання відбувається у киснево-дуговому процесі. Застосовують плазмово-дугове різання, яке дає змогу одержувати чистіший і вужчий розріз.

Використовують кілька різних видів і способів зварювання, які можна класифікувати за видом енергії, що застосована під час зварю­вання, і за способом з'єднання поверхонь заготовок. Залежно від енергії, яка використовується, зварювання поділяють на:

електричне (всі види дугового та контактного зварювання, електрошлакове тощо);

хімічне (газове, термічне);

механічне (тертям, тиском).

**5.4. Вплив складових машинобудівного комплексу на довкілля**

**Забруднення атмосфери.** Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря від діяльності підприємств машинобудівного комплексу становлять приблизно 1-2% від загального обсягу промислових забруднень - це, переважно, викиди газів металургійної складової машинобудівного комплексу.

*Ливарне виробництво.* До основних джерел забруднення атмосферного повітря у ливарному виробництві відносять:

* плавильні агрегати ливарних цехів;
* дільниці ливарних цехів, що пов'язані із складуванням,
* переробкою та використанням шихтових та формівних матеріалів;
* шихтові подвір'я;
* сумішоприготувальні дільниці;
* дільниці формування та приготування стержнів та ін.

У ливарному виробництві на одну тонну виливків утворюється від 1 до 3 тонн відходів, які містять відпрацьовану та невикористану суміш, шлаки, пил, гази. Хоча основна частина відходів - відпрацьовані суміші та шлаки, але відносно забруднення навколишнього середовища найбільшу небезпеку мають пил та гази у зв'язку з тим, що їх важко вловлювати та відводити.

*Ковальсько-пресове виробництво*. В процесі нагрівання та обробки металів у цехах виділяються пил, кислоти і масляні аерозолі (туман), оксид вуглецю, діоксид сірки та ін. Під час використання у ковальсько- пресових цехах для нагрівання металу полум'яних печей в атмосферу викидаються оксиди вуглецю, сірки, азоту та інші продукти згоряння. Для визначення валових викидів шкідливих речовин в атмосферу від нагрівальних печей доцільно користуватися питомими показниками щодо викидів, приведених до одиниці маси (т) або об'єму (м або тис. м ) спаленого палива.

*Механічна обробка металів.* Механічна обробка металів на верстатах супроводжується виділенням пилу, стружки, туманів мастил та емульсій, які викидаються через вентиляційні установки в атмосферу.

Обробка неметалевих виробів. Значне виділення пилу спостерігається під час механічної обробки склопластиків, графіту та інших неметалевих матеріалів. Під час механічної обробки полімерних матеріалів одночасно з пилоутворенням можуть виділятися пари різних хімічних речовин і сполук (фенол, формальдегід, стирол та ін.), які входять до складу оброблюваних матеріалів.

*Термічні цехи.* Суттєво забруднюють середовище термічні цехи підприємств. Щоб надати деталі певних фізичних характеристик, їх піддають термічній обробці (наприклад гартуванню). Суть цього процесу зводиться до того, що металеву заготовку спочатку нагрівають до високої температури, до того ж відбувається вже достатньо обговорене забруднення довкілля внаслідок спалювання палива, або інших засобів нагрівання.

*Гальванічні цехи.* Щоб надати деталям певних хімічних властивостей (наприклад, щоб не ржавіли), або просто надати деталі привабливого вигляду (нікелюванням, хромуванням, цинковим покриттям та ін.) - деталі проходять подальшу хіміко-термічну обробку у гальванічних цехах. Їх занурюють у спеціальні ванни, в які заливають найрізноманітніші хімічні сполуки - кислоти, луги, солі. Далі ці рідини нагрівають і пропускають через них струм. При цьому деталі, що обробляються, виконують роль аноду або катоду в гальванічному процесі. Таким чином на поверхні деталі створюється необхідне покриття. При цьому утворюється велика кількість дуже шкідливих газів, та парів розчину, що знаходиться у ванні. Після певного часу він стає непридатним до подальшого використання у виробництві і тому являє собою дуже агресивну хімічну сполуку, що потребує утилізації. Для того щоб її знешкодити потрібні відповідні хімічні заходи, але знешкодити їх до кінця неможливо і вони стають дуже небезпечними забруднювачами довкілля.

Основними забруднювачами атмосфери, що виділяються під час гальванічних процесів, є пил, тонкодисперсний туман, пари та гази, особливо в процесі кислотного та лугового плавлення.

*Фарбувальні роботи.* Значним забруднювачем довкілля є виробництво, спрямоване на поліпшення загального вигляду деталей це - фарбувальні цехи підприємств. Фарби крім загального вигляду виробу поліпшують його фізико-хімічні властивості, наприклад - запобігають ржавінню. Фарби разом з розчинниками під час фарбування дуже забруднюють робоче місце. Біля робітника утворюється щільна аерозольна хмара із крапель фарби і випаровувань розчинника. Ці суміші являють собою вибухонебезпечне середовище - тому необхідне їх інтенсивне відведення. З цією метою фарбовий аерозоль уловлюється водяним екраном з подальшим очищенням води. Зрозуміло, очистити воду до її природного стану неможливо і це обумовлює забруднення водного середовища. Гальванічні і фарбувальні цехи є лише малою моделлю тих процесів, що відбуваються на заводах машинобудівного комплексу.

Шкідливі речовини в цих цехах виділяються під час:

* знежирення поверхонь органічними розчинниками перед фарбуванням;
* підготовки лакофарбових матеріалів (ЛФМ);
* нанесення ЛФМ на поверхні виробів;
* сушіння лакованих і фарбованих поверхонь.

**Забруднення гідросфери.** Близько 10 млрд м3 води щорічно витрачається на потреби машинобудівельних підприємств країн СНД, де воду використовують для охолодження (підігріву) вихідних матеріалів і продукції, деталей і вузлів технологічного обладнання; приготування різних технологічних розчинів; промивання, збагачення та очищення ви­хідних матеріалів або продукції; господарського та побутового призначення.

*Ливарне виробництво.* Вода в ливарних цехах використовується для гідравлічного вибивання стрижнів, транспортування формівної землі на дільниці регенерації, а також для гідротранспортування відходів горілої землі та системи вентиляції.

Джерелами забруднення стічних вод у ливарних цехах служать, головним чином, установки гідравлічної та електрогідравлічного очищення литва, вологого очищення повітря, гідрорегенерації відпрацьованих формівних сумішей. Велике економічне значення для народного господарства має утилізація стічних вод.

Утворені під час цих операцій стічні води забруднюються глиною, піском, зольними залишками від вигорілої частини стрижневої суміші та в'яжучими добавками формівної суміші. Концентрація цих речовин у воді досягає 5 кг/ м3.

*Ковальсько-пресове виробництво*. Основними домішками стічних вод, що використовуються для охолодження технологічного обладнання, поковок, гідрозбивання металевої окалини та обробки приміщень, є частинки пилу, окалини та мастила.

*Механічне та термічне виробництво.* У механічних цехах вода використовується для приготування мастильно-охолодних рідин, промивання пофарбованих виробів, для гідравлічних випробувань та проведення інших робіт.

Основними забруднювачами стічних вод є пил, металеві та абразивні частинки, сода, мастила, розчинники, фарби та ін.

У термічних цехах воду використовують для приготування тех­нологічних розчинів для загартування, відпускання та обпалювання деталей, промивання деталей та ванн після викидання відпрацьованих розчинів та ін. Основними домішками стічних вод є пил мінерального походження, металева окалина, важкі метали, ціаніди, мастила та луги.

Гальванічні дільниці. Вода на цих дільницях використовується для приготування технологічних розчинів, призначених для протравлення деталей і металів, нанесення на них фарб, а також для промивання деталей і ванн після викидання відпрацьованих розчинів та обробки приміщень. Основні домішки стічних вод - пил, металева окалина, емульсія, луги, кислоти, важкі метали та ціаніди.

**Забруднення ґрунтів**. Основними забруднювачами ґрунтів є тверді відходи ливарного виробництва, потрапляючи у відвали, являють собою в основному відпрацьовані ливарні піски. Невелику частину (менше 10%) займають металеві відходи, кераміка, деревина, сміття та інші. Головним напрямом щодо зменшення кількості твердих відходів треба вважати регенерацію відпрацьованих ливарних сумішей.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яка роль машинобудівного комплексу у господарстві України?
2. Накресліть структурну схему машинобудівного комплексу.
3. Які основні технологічні процеси ливарного виробництва?
4. Які існують технології спеціальних способів лиття?
5. Назвіть основні технологічні процеси штампування та кування.
6. Які Ви знаєте технологічні процеси зварювання?
7. Який негативний вплив чинить ливарне виробництво на довкілля?
8. Які недоліки технологій штампування?
9. Які існують основні види способів обробки матеріалів?
10. Які існують види обробки металів різанням?
11. Викиди яких забруднювальних речовин в атмосферне повітря від діяльності підприємств машинобудівного комплексу?
12. Які види забруднень гідросфери від діяльності підприємств машинобудівного комплексу?
13. Як здійснюється розрахунок викидів металевого пилу від механічної обробки металу?
14. Який негативний вплив чинить на довкілля зварювальне виробництво?
15. Як визначається маса аерозолю фарби, яка виділяється під час нанесення лакофарбового покриття на поверхню виробу?
16. Які основні забруднювальні речовини потрапляють у стічні води від механічних та термічних виробництв?
17. Яке виробництво найбільше забруднює ґрунти?