**Високі технології лиття металу, виробництво як технологічне використання науки**



Україна споконвіку славилася досягненнями в галузі лиття металів. За радянських часів в 1985-90 рр. українські ливарники були першими у світі по литтю металу в тоннах на душу населення. Робити свою справу краще за інших з випередженням зростання суспільної продуктивності праці над зростанням споживання, зокрема, відновити досягнення ливарництва, що належить до традиційних українських ремесел та промислових галузей, – це важливе завдання варто розглядати як складову національної ідеї.

Нині інтеграція вітчизняної економіки у світовий простір, про що свідчить вступ України у СОТ, стимулює розвиток у нашій країні конкурентоспроможних технологій, зокрема в машинобудуванні, де знижують металоємність і собівартість продукції за рахунок виробництва високоточних деталей. Частка литих деталей у середньому – це 50-70 % маси (у верстатобудуванні – до 90 %) і 20 % вартості машин. Тільки методами лиття можна отримати складні за конфігурацією і геометрією заготовки із чорних та кольорових сплавів з високим (75-98 %) коефіцієнтом використання металу. Як правило, саме литі деталі несуть основне навантаження в машинах та механізмах і визначають їх експлуатаційну надійність, точність і довговічність. Статистика розвитку оброблювальної промисловості в Україні свідчить про необхідність розширення металозаготівельної бази на інноваційно-інвестиційній основі. У цьому огляді наведено одну з технологій ливарництва, яке ще називають машинобудівельною металургією. До речі, нині «велика» металургія України дає за вартістю близько 40 % експорту, чого не скажеш про «малу».

Інвестиції тоді вигідні, коли їх вкладають у нову технологію. У ливарній справі стає все популярнішою така технологія, коли отримати модель виливка означає вже наполовину отримати сам виливок. Модель виливка з пінополістиролу (пінопласту), така як упаковка від телевізора, або разова харчова тарілка, яких штампують мільйонами на автоматах, а плитами пінополістиролу утеплюють зовнішні стіни висотних будинків.

За подібною технологією для серії виливків моделі виготовляють задуванням порошку (дрібних гранул) пінополістиролу в легкі алюмінієві прес-форми (вельми прості у виготовленні) з подальшим спінюванням гранул при їх нагріві. Для виробництва разових і крупних виливків (іноді вагою до декількох тонн) підходить метод вирізування моделей з плит пінополістиролу нагрітим ніхромової дротом, наприклад, по шаблонах, а також сьогодні все частіше застосовують широку гаму оброблювальних центрів плоттерного або фрезерувально-гравірувального типу (точність позиції ріжучого інструмента – від ±0,05 до ±0,1 мм), що стали за ціною доступними для підприємців, зокрема для виготовлення моделей і рекламних макетів. Модель, а потім виготовлений по ній виливок мають високу точність і конкурентний товарний вигляд.

Вільно можна побачити, «помацати» виливок у цілому виробі ще в моделі до лиття металу, проміряти її стінки, чого при звичайній формовці для складних виливків просто не зробити. Відсутній зсув піщаних стержнів і напівформ при збиранні (оскільки відсутні самі стержні), що властиво традиційному формуванню в парних опоках. Моделі фарбують швидковисихаючою фарбою з вогнетривким порошком, збирають з ливником, засипають сухим піском в ящику (контейнері) і заливають металом.

При заливанні метал випаровує модель і собою її заміщає. У цій операції заміни одного на інше – весь «фокус» або ноу-хау цієї технології, який визначає її назву – лиття за моделями, що газифікуються (спосіб ЛГМ, за російською назвою «литье по газифицируемым моделям», або відомий ще як «Lost Foam Casting Process»), і робить її унікальною. В усіх інших способах формовки по моделі присутня попередня операція її видалення перед заливкою, а в такій відсутності видалення моделі з форми і криється «секрет» точності одержуваних виливків. Що заформували, те і вилили в нерухомому навколишньому піску. Зняття «копії» з моделі відбувається одночасно з «перетворенням» моделі у виливок, що жартома можна порівняти з виконанням «фотографії» шляхом «знищення» оригіналу, або як у шаховій партії з жертвою пішака (моделі) для виграшу тури (виливка).

Щоб модель не диміла, у цех при заливанні форми розплавленим металом з контейнера відсмоктують насосом гази – розрідження підтримують приблизно пів атмосфери (побутовий пилосос зменшує тиск на 0,3 атмосфери). Виробничі дільниці – модельна, формувальна, плавильна, очисна – мають приблизно однакові площі й оснащуються простим устаткуванням. Усе формування складається із засипання сухого піску без масивних високоточних машин пресування, струшування, пристроїв збирання форм. Акцент уваги перенесений на виробництво моделей – цих «найлегших іграшок» із щільністю матеріалу 25…27 кг/куб. м, що переважно «довіряють» жіночим рукам, часто розташовуючи на другому і вище поверхах цехів.

Оборотне охолодження піску ведуть у пневмопотоці або із застосуванням найпростіших конвеєрів, ці металоконструкції для економії приміщень часто монтують із зовнішнього боку стіни цеху, на повітрі сухий пісок в силосі зберігається, «не боячись» морозу. Для чорних і кольорових сплавів використовується однакове устаткування, що, завдяки своїй простоті, без ускладнень виготовляють в Україні (для інших видів формовки якісне устаткування треба імпортувати). У такий спосіб одержують виливки з чавуну і сталі всіх видів, бронзи, латуні й алюмінію всіх марок. У ящику «на кущі» можна відразу лити десятки виливків, як ллють ювелірні вироби.

 Цехи і дільниці з цією гнучкою технологією множаться по всьому світу – від Америки до Китаю, на заводах General Motors, Ford Motors, Fіat. Світова практика свідчить про постійне зростання виробництва виливків цим способом, яке перевищило 1,5 млн. т/рік, в одному КНР працює більше 1,5 тис. таких цехів, прогнози на найближче майбутнє дають цій технології 10…20 % обсягів світового лиття.

Інститут ФТІМС НАН України, м. Київ (відділ ФХПФ під керівництвом проф. Шинського О.І.), зберігаючи в цій справі «фірмову» спеціалізацію, як одну з граней своїх науково-інженерних досягнень, спроектував і запустив ряд дільниць у Росії, поставив і впровадив таке устаткування в Польщі та В’єтнамі, з останніх об’єктів – цех на 400 т/місяць у Дніпропетровську. В інституті, що є лідером за способом ЛГМ, створено і поставляється замовникам базове технологічне устаткування ливарних цехів для одиничного, серійного і масового виробництва виливків з чорних і кольорових сплавів за цим способом потужністю 100-5000 т/рік.

Потенціал технології настільки значний, що вона дозволяє лити не тільки метали і сплави, а й отримувати композити та сотово-комірчасті конструкції. Якщо в піномодель поміщати матеріали чи вставки, що залишаються в металевому виливку, то можна отримати композитну чи армовану конструкцію. Якщо в пінопластову модель поміщати вставки, що висипаються з виливка і дають порожнини, або виконують модель у вигляді просторової решітки чи сотів, то виливок буде мати сотову структуру. Прикладом останнього є лита металева піна з відкритою пористістю, отримана німецькими ливарниками.

Низькі витрати на матеріали (усього 4 види, не застосовуються у формі в’яжучі) заощаджують не менш 100 дол./т лиття, а розміщення виливків по всьому обсягу контейнера дає вихід годного до 80…85 %, економію по шихті металу на 250…300 кг, електроенергії 100…150 квт.ч., маси виливків на 10…20 % у порівнянні з традиційної опочною формовкою. Особливо велика економія при литті складних виливків зі зносостійких сталей (шнеки для машин по виробництву цегли, била, молотки і деталі дробарок), тому що різко знижуються витрати на механообробку. Також ллють без обмежень колеса, зірочки, корпуси, сантехніку, голівки і блоки циліндрів бензинових і дизельних двигунів, художні, паркові й інші виливки.

За даними General Motors, при виробництві блоку циліндрів маса його зменшилася на 15 % і трудомісткість механічної обробки на 50 % у порівнянні з традиційним литтям у стержнях. Освоєння лиття чавунних блоків автомобільних двигунів об’ємом 1,3 л для автомобіля Сенс технологи ФТІМС вважають своїм серйозним досягненням, блок легше аналога на 5 кг. На стадії проектування оснастки – виготовлення серії виливків проходять в цьому інституті ще два види блоків циліндрів двигунів з алюмінію та чавуну.

Досвід запуску цехів до 50…150 т/місяць показав термін окупності 9…12 місяців, набір устаткування для цехів 10…80 т/місяць відрізняється мало. Капітальні витрати на організацію виробництва скорочуються в 2…2,5 раза, як і терміни введення цеху в експлуатацію та його виробнича площа. Легко розмістити такі дільниці при кузнях, термічних, ремонтних та інших цехах. Якщо створювати або реконструювати ливарню, то технологія ЛГМ – той бізнес, у якому метал своїм устаткуванням і робочою силою переводиться у високотехнологічний наукомісткий товар, що відрізняється найвищою якістю.

У Києві в дослідному цеху інституту ллють чорні і кольорові метали, вага виливка – 0,1…2500 кг. Ливарний цех слугує полігоном для нового обладнання і продукує виливки з чавуну, сталі, алюмінію, мідних сплавів (латунь, бронза) до 50 т на місяць, виконує замовлення на серійні й разові деталі. Інститут ФТІМС проектує цехи і ділянки, розробляє технологію лиття деталей, поставляє устаткування й оснащення. Виконуються пусконалагоджувальні роботи всього комплексу поставленого устаткування і впровадження технології, навчається персонал. Інститут є координатором замовлень для цехів-партнерів з точного лиття деталей з мінімальною механообробкою без обмежень на геометрію виливка, формує портфель експортних замовлень.

На жаль, вітчизняні виробники експортують левову частку металу в чушках, слябах і масивних заготівках, а також брухт, тоді як Німеччина в 2004 році експортувала 31 % виливків, повністю імпортуючи руду (переважно з Бразилії) і метал. ЛГМ можна віднести до наукоємних високих технологій ливарництва, що здатні виправити вказану тенденцію, вони всупереч стереотипу, що склався ще на студентській лаві у вузах, свідчать, що високі технології – це не обов’язково складні малодоступні процеси. Ними все більше зацікавлюється вітчизняне машинобудування у міру зміцнення тенденції переходу від неглибокої переробки й експорту напівфабрикатів і сировини до випуску наукоємної продукції, що особливо вигідним є для України, котра відноситься до нечисленних країн із замкнутим металургійним циклом виробництва металів з власних руд і де поширюються впевненість, що чим швидше ми станемо до деталей і машин переробляти свій метал, тим раніше досягнемо європейського рівня добробуту.