

ДОСВІД ПРАКТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЕКОНОМІСТІВ ШИРОКОГО ПРОФІЛЮ

Пропонується доповнення технологічної підготовки студентів економічних спеціальностей спрощеними методиками розрахунку техніко-економічних показників та оцінювання якості продукції хімічної і металургійної промисловостей, машинобудування і виробництва будівельних матеріалів, що сприяє розумінню студентами практичної значимості набутих знань у професійній діяльності економіста.

There is suggested the addition of the technological preparation of the economic specialties students by the simplified methods of the technical-economic indicators calculation and the evaluation of the production quality of the chemical and metallurgical industries, machinery and the building materials manufacturing, that favors the understanding by the students of the practical meaning of the obtained knowledge in the professional activity of the economist.

Структура, зміст і організація навчального процесу технологічної підготовки фахівців широкого профілю за напрямом „Економіка” [1] в основному розкриває предмет лекційного матеріалу та контролю його засвоєння поширеним останнім часом способом тестування. Досвід викладання дисципліни „Сучасні виробничі технології” показує, що методика інформативного навчання шляхом розкривання лише сутності технологічних процесів малоефективна, оскільки не обґрунтовує тісного зв'язку кількісних та якісних технічних і економічних показників виробництва продукції, не сприяє розумінню практичного використання набутих знань основ виробничих технологій в професійній діяльності майбутнього економіста.

Аналіз змісту відомих навчальних посібників [2 – 6] з систем технологій для студентів – економістів, які вийшли з друку з грифом Міністерства освіти і науки України протягом 2000 – 2006 рр., показує відсутність у названих підручниках спрощених методик і прикладів розрахунку техніко-економічних показників обмежує зміст завдань індивідуальної роботи студентів стаціонару і контрольних робіт студентів заочної і дистанційної форм навчання реферативним описуванням предметів і способів їх перетворення у продукт праці, не спонукає студентів до практичного застосування фізичних та хімічних закономірностей і математичних залежностей для економічного оцінювання вартості матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів, матеріалоемності і трудоемності продукції, нормування і оплати праці тощо.

Мета даної роботи показати можливість використання спрощених методик і навести приклади розв'язку типових задач розрахунку техніко-економічних показників виробництва продукції базових галузей промисловості, що значно поглиблює відчуття значимості фундаментальної, природничої і технологічної підготовки економістів. Так, наприклад, при вивченні основ технології хімічної промисловості складання матеріального балансу хіміко-технологічного процесу вимагає розуміння молярної маси і рівняння хімічної реакції перетворення реагентів у основний та побічні продукти, врахування можливих виробничих втрат і наявних домішок в складі сировинних матеріалів, що призводять до утворення відходів виробництва.

Витрати шихтових матеріалів для високотемпературних металургійних процесів виплавляння сплавів чорних та кольорових металів також розраховують на основі матеріального балансу. Однак методика розрахунку відрізняється тим, що хімічний склад металевих сплавів у більшості випадків не описується хімічною формулою, а виражається відсотковим вмістом його складових. Так, наприклад, ширококовжвані залізобуглецеві сплави, які називають сталями, містять окрім заліза різну відсоткову частку карбону, обумовлену маркою даної сталі: сталь 10 – 0,1%, сталь 45 – 0,45%, сталь У10 – 0,1% тощо. Леговані сталі і сплави кольорових металів окрім металу-основи містять до десятка легувальних елементів (сталь 18ХН9Т – містить 0,18% карбону, біля 1% хрому, 9% нікелю і 1% титану, решта – залізо; бронза Бр ОЦСНЗ-7-5-1 – містить 3% олова, 7% цинку, 5% свинцю, 3% нікелю, решта – 82% міді).

Для виплавляння металевих сплавів у ливарних цехах як шихтові матеріали зазвичай використовують металобрухт відомого складу чорних і кольорових металів, спеціальні сплави (лігатури) та відходи власного виробництва. Розрахунок невідомих мас $m_1, m_2, m_3, \dots, m_i$ кожного з шихтових матеріалів, необхідних для виплавляння заданої маси m сплаву – продукту відомого складу, виконують за умови:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_i, \quad (1)$$

де m – задана маса сплаву – продукту; $m_1, m_2, m_3, \dots, m_i$ – невідомі маси шихтових матеріалів.

Окрім того враховують масову частку у відсотках кожного з елементів, які входять до складу шихтових матеріалів і сплаву-продукту згідно рівняння:

$$m \cdot w(E) = m_1 w_1(E) + m_2 w_2(E) + \dots + m_i w_i(E), \quad (2)$$

де $w(E)$ – масова частка елемента (%) у складі сплаву-продукту; $w_1(E), w_2(E), \dots, w_3(E)$ – масові частки (%) даного елемента у відповідному шихтовому матеріалі.

Таким чином отримують систему лінійних рівнянь (1,2), розв'язок якої дає однозначну відповідь скільки потрібно кожного з шихтових матеріалів, щоби виплавити задану масу сплав-продукту відомого

хімічного складу.

Розраховані на одиницю маси основної продукції маси вихідних матеріалів, отриманих побічних продуктів і відходів хіміко-технологічних і металургійних процесів далі використовуються для складання енергетичного балансу, зокрема визначення витрат теплової енергії, паливних та інших енергоресурсів. Для цього посилаються на відомі прямі і зворотні фізичні процеси нагрівання, кипіння і плавлення з використанням теплофізичних властивостей матеріалів. Витрати матеріальних та енергетичних ресурсів помножені на ринкові ціни уможливають визначити основну частку прямих коштів на виробництво одиниці маси або заданого обсягу випуску даної продукції.

Сучасні виробничі процеси реалізуються з використанням енергетичного, технологічного, транспортуючого, транспортного та інших видів обладнання. Продуктивність, надійність, довговічність та інші технічні характеристики машин суттєво залежать від механічних властивостей конструкційних матеріалів та якості виготовлення деталей, які утворюють рухомі або нерухомі з'єднання механізмів машини.

Визначальні властивості матеріалів такі, як міцність, твердість і пластичність передусім залежать від виду та хімічного складу матеріалу. Так, наприклад, стосовно вуглецевих сталей з вмістом карбону до 1% при збільшенні вмісту карбону міцність і твердість зростає, а пластичність зменшується. Зміцнення сталі можна здійснити введенням таких дорогих карбідотворюючих елементів, як хром, вольфрам, молібден. Іншим значно дешевшим технологічним заходом впливу на властивості вуглецевих сталей є термічна обробка, яка ґрунтується на зміні кристалічної будови сплаву за відповідних умов нагрівання та охолодження. Розрахунок температурних режимів нагрівання сталевих виробів для відпалювання (з метою поліпшення пластичності) і гартування з наступним відпусканням (для підвищення міцності і твердості) виконують за допомогою спрощеної діаграми стану залізвуглецевих сплавів [7]. Витрату коштів на термічну обробку розраховують з урахуванням вартості енергоносіїв на нагрівання виробів до технічно обґрунтованої температури і оптимальної тривалості витримки при цій температурі та вартості охолоджувального середовища, в якості якого використовують воду, машинне масло, розплави солей та інші рідини.

За кількісною характеристикою твердості матеріалу наближено оцінюють вартість його механічної обробки за умови: чим більша твердість, тим менша глибина різання за один прохід і більше проходів для зрізання даного припуску на обробку, більші енергетичні витрати на різання металу і менша стійкість інструменту тощо. Якщо відома твердість за методом Брінеля (HB), то за табличними даними твердості HB визначають діаметр d лунки втискання індентора, а вартість обробки оцінюють за формулою:

$$B = k/d, \quad (3)$$

де k – сталий коефіцієнт, що враховує вплив інших чинників на вартість обробки окрім твердості матеріалу.

Якщо твердість матеріалу задана по Роквелу (HRC, HRB) або Вікерсу (HV), то за таблицями відповідності визначені за різними методами значення HRC, HRB і HV спочатку переводять у HB . Таким чином можна оцінити вартість обробки, наприклад, двох матеріалів твердістю HB_1 і HB_2 за відношенням:

$$B_1/B_2 = HB_1/ HB_2 = d_2/d_1. \quad (4)$$

Розуміння і практичне використання понять границі і запасу міцності можна показати на прикладі розрахунку вартості виготовлення опори заданої висоти з різних будівельних матеріалів, яка піддається стисканню під дією відомої сили. Враховуючи міцність цегли марки М200 (200 кг/см^2) або портланд цементу марки 500 (500 кг/см^2) і заданий запас міцності визначають оптимальну площу поперечного перетину і об'єм колони. Потрібний об'єм і вартість матеріалу на спорудження опори обчислюють за ринковою ціною 1 м^3 і за умови можливих виробничих втрат матеріалу (2...5%). Вартість виготовлення опори оцінюють за часткою витрат на спорудження колони, що складає 10...15% вартості матеріалу. Розрахунок декількох варіантів дозволяє вибрати найдешевший варіант.

Ефективність технології виготовлення виробів з конструкційних матеріалів аналізують коефіцієнтом корисного використання матеріалу (KBM). Так, наприклад, при виготовленні деталей машин з фасонних литих або штампованих заготовок коефіцієнт використання матеріалу обчислюють за формулою:

$$KBM = (V_{дет}/V_{заг}) \times 100\%, \quad (5)$$

де $V_{дет}$ – об'єм деталі (мм^3), $V_{заг}$ – об'єм заготовки (мм^3).

Стосовно технології листового штампування виробу з мірної заготовки використовують формулу:

$$KBM = (F_{дет}/F_{заг}) \times 100\%, \quad (6)$$

де $F_{дет}$ – площа плоскої або поверхня просторової деталі (мм^2), $F_{заг}$ – площа заготовки (мм^2).

Для штампування плоских виробів невеликих розмірів з стрічкового матеріалу використовують високопродуктивні штампи послідовної дії, які виконують декілька операцій за кожний хід повзуна преса на різних позиціях робочої зони штампа по ходу подачі стрічки. За таких умов коефіцієнт використання матеріалу:

$$KBM = [(F_{дет} \times N_{дет}) / (B \times L)] 100\%, \quad (7)$$

де $N_{дет}$ – кількість деталей, відштампованих з стрічки довжиною L і шириною B .

Кількість деталей і ширину стрічки розраховують з урахуванням товщини і форми контуру деталі, а також способу обмеження кроку подачі стрічки грибоквим упором, разовим упором або кроковим ножом. При використанні штампів з грибоквим упором перші з краю стрічки деталі є незавершеними і їх кількість рівна числу операцій, що передують вирубанню контуру деталі. Штампи з разовими упорами уможливають краще використання матеріалу стрічки, але всування і висування разових упорів у робочу зону штампу зазвичай

виконують вручну, що є небезпечною дією і знижує продуктивність штампування. Штампи з кроковим ножом дозволяють механізовану подачу стрічки, але ширина останньої повинна бути збільшена на товщину крокового ножа. Складання розрахункових схем різних варіантів штампування даної деталі і виконані на їх основі розрахунки *KBM* за формулами (5...7) дозволяють вибрати найвигідніший варіант.

Для нормування процесу механічного оброблення вбачається доцільним розрахунок оперативного часу за формулою

$$T_{on} = T_{осн} + T_{доп}, \quad (8)$$

де $T_{осн}$ – основний (машинний) час оброблення виробу, хв.; $T_{доп}$ – допоміжний час як відсоткова частка основного часу.

Для прикладу токарної обробки основний час виконання даної операції розраховують за формулою:

$$T_{осн} = (L \times i) / (n \times s), \quad (9)$$

де L – розрахований шлях руху різця відносно заготовки у напрямі подачі, мм; i – кількість проходів для зрізання припуску; n – частота обертання шпинделю верстата, об/хв; s – подача різця, мм/об.

При заданих розмірах заготовки і деталі, глибині різання, частоті обертання шпинделю і величині подачі розрахунок зводиться до визначення шляху руху різця, свердла, фрези або іншого інструменту чи заготовки залежно від операції механічної обробки.

Точність розмірів і якість поверхонь деталей машин оцінюють за робочими кресленнями, які є основним документом, що визначає вимоги щодо технології та собівартості виготовлення деталі. З іншого боку точність і якість обробки задається конструктором з урахуванням надійної і тривалої роботи деталі за визначених умов її експлуатації. Оскільки виготовити деталь за номінальними розмірами, які вказані на кресленні, практично неможливо, то вводять поняття гранично припустимих найбільшого та найменшого розмірів, різниця між якими складає допуск розміру. Згідно міжнародної системи допусків (ISO) передбачено 19 квалітетів точності: 01, 0, 1, 2, ..., 17. Економісту доцільно знати, що чим менше номер квалітету, тим менше допуск розміру, тим складніша технологія і вища собівартість обробки деталі. Практичні розрахунки граничних розмірів і допусків, складання розрахункових схем розміщення полів допусків за відомим позначенням розміру (наприклад, $\varnothing 50H7$, $\varnothing 50f6$) сприяють розумінню вимог щодо якісної оцінки витрат коштів на виготовлення деталі, а визначення найбільших та найменших зазорів або натягів відповідно у рухомих та нерухомих з'єднаннях дозволяє передбачити надійність тривалої роботи таких з'єднань.

Спрощені методи і приклади розрахунку описаних техніко-економічних задач, а також варіанти завдань для індивідуальної роботи студентів стаціонару і завдань для контрольних робіт студентів заочної форми навчання містяться у посібнику [7]. Аналіз виконання індивідуальних завдань уможливило об'єктивне оцінювання результатів самостійної роботи студентів, показує доступність наведених методик розв'язку поставлених задач і прийняття обґрунтованих рішень.

Література

1. Вельбой В. П. Загальноосвітня технологічна підготовка бакалаврів економіки // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2001. – № 3, Ч. 1. – С. 207 – 210.
2. Пономаренко В. С., Сіроштан М. А. та ін. Системи технологій: Навч. посібник. – Х.: Око, 2000. – 376 с.
3. Системы технологий: Учеб. пособ. / Под ред. Дудко П. Д. – 2-е изд., перераб. и доп. – Х.: ООО «Издательство «Бурунд книга», 2003. – 336 с.
4. Остапчук М. В., Рибак А. І. Системи технологій (за видами діяльності): Навч. посібник. – К.: ЦУЛ, 2003. – 888 с.
5. Дубравська Г. М., Ткаченко А. П. Системи сучасних технологій: Навч. посібник / За ред. Ткаченка А. П. – К. Центр навчальної літератури, 2004. – 352 с.
6. Желібо Є. П., Анопко Д. В. та ін. Основи технологій виробництва в галузях народного господарства: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2005. – 716 с.
7. Вельбой В. П. Системи технологій: Посібник для екон. спец. вищих навч. закладів. – Хмельницький: ТУП, 2003. – 339 с.

Надійшла 13.01.2009 р.