

and the formation of lumps. The hole geometry has a significant impact on the motion character of the product. The angle, diameter of the outlet, height of the metering hole determine the behavior of GM. This mathematical model gives a high degree of accuracy to describe the behavior of the bulk material in the vibro-boiled state and to investigate the influence of structural parameters of the hole on the dosing process. Using these investigations will improve the uniformity of leakage of material and thus will improve the accuracy and efficiency of the process of the fine-disperse material dosing through the dispensing hole with the arbitrary shape.

1. Kache G. *Verbesserung des Schwerkraftflusses kohäsiver Pulver durch Schwingungseintrag*. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg: Dissertation B, 2009. 2. Fedorenko I. Y. *Vibriruemyi zernisty sloi v selskokhazaiastvennoi tekhnologi: monografiia* / I. Y. Fedorenko, D. N. Pirozhkov. – Barnaul: Izd-vo ANAU. 2006. – 166 s. 3. Fedorenko I. Y. *Kriterii podobii gidrodinamicheskikh modelei vibrokipiashchego sloia sypuchego materiala* / I. Y. Fedorenko, D. N. Pirozhkov // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – Barnaul, 2005. – № 1. – S. 105–108. 4. Sorokin S. A. *Izmenenie effektivnoi viazkosti dispersnykh sypuchikh materialov pod vozdviem vibratsii dozatora* / S. A. Sorokin, A. A. Gnezdilov, K. A. Pekhterev // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – Barnaul, 2006. – № 4. – S. 24–29. 5. Sholoviy Y. *Modelyuvannya povedinky dribnodispersnogo materialu pry yoho vytikanni iz konichnoi lunky dozatora* / Sholoviy Y., Maherus N. // *Materialy III Mizhnarodnoi konferentsiyi molodykh vchenykh EMT-2013*. – L'viv: Vydavnytstvo L'vivskoyi politekhniki, 2013. – S. 42–46. 6. Zimon A. D. *Autogeziia sypuchikh materialov* / A. D. Zimon // *Izd. M., "Khimiia"*, 1978. 287 s.

УДК 629.113; 389.6

С. В. Немий

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра експлуатації та ремонту автомобільної техніки

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ УНІФІКАЦІЇ У МАШИНОБУДУВАННІ

© Немий С.В., 2014

Проаналізовано нормативні положення щодо уніфікації виробів у машинобудуванні. Обґрунтовано доцільність визначення рівня уніфікації у машинобудуванні за економічним критерієм.

Ключові слова: уніфікація, коефіцієнт застосовуваності, коефіцієнт повторюваності, коефіцієнт взаємної уніфікації, економічний критерій уніфікації.

The analysis of regulations for the unification of products in machine building is conducted. Expediency determining the level of unification in machine building an based the economic criterion is proved.

Key words: unification of, coefficient applicability, repeatability coefficient, coefficient of mutual harmonization, economic criteria unification of.

Постановка проблеми. Сучасні економічні умови характеризуються наявністю конкурентного середовища, яке висуває до продукції вимоги щодо її якості: висока енергетична ефективність, мінімальна матеріаломісткість і енергоємність (енерговитратність) під час виготовлення,

висока надійність, актуальний дизайн, низька собівартість виготовлення, технологічність і мінімальні витрати на технічне обслуговування і ремонт в експлуатації. Одним із напрямків досягнення цих вимог до якості продукції є уніфікація. Однак, як показує практика роботи деяких машинобудівних підприємств, уніфікації продукції приділяється порівняно мало уваги. Однією із причин цього є неналежна теоретична підготовка персоналу та відсутність методик, які б дозволяли теоретично і практично ефективно управляти процесом уніфікації в технічному і економічному аспектах.

Аналіз відомих досліджень та публікацій. У чинних нормативних документах [3, 5] регламентовані показники для оцінювання рівня уніфікації і стандартизації виробів, наведена методика їх розрахунку. У роботах [1 і 2] запропоновано методику оцінювання рівня уніфікації автомобільних транспортних засобів (АТЗ) за економічним критерієм.

Постановка задачі. Метою роботи є аналіз існуючої методологічної бази уніфікації та визначення основних напрямків її удосконалення.

Виклад основного матеріалу. Уніфікація є основою для створення умов, під час проектування і виробництва, забезпечення високої якості продукції та її експлуатаційної технологічності шляхом широкої взаємозамінності складових частин. Застосування принципу уніфікації дає змогу зосередити основну увагу на створенні типових конструкцій виробів базових моделей, на основі яких розробляються всі необхідні модифікації модельних рядів продукції.

У економічному аспекті уніфікація є важливим чинником підвищення ефективності конструювання, виробництва та експлуатації продукції за рахунок зниження витрат у процесі конструювання і підготовки виробництва та, відповідно, її собівартості. Останнє особливо важливе для забезпечення належної конкурентоспроможності за рахунок ціноутворення.

Враховуючи вищевказане та те, що конкурентоспроможність продукції значною мірою визначається її вартістю, цільову функцію під час планування робіт з уніфікації продукції можна задати у вигляді:

$$(N, n, B) \rightarrow \min \quad (1)$$

де N – загальна кількість складових виробів у конструкції; n – загальна кількість найменувань (типорозмірів) складових виробів у конструкції; B – вартість продукції.

За нормативною методикою [3] для оцінювання рівня уніфікації виробів застосовуються такі показники: коефіцієнт застосовуваності K_3 ; коефіцієнт повторюваності K_n ; коефіцієнт взаємної (міжпроектної) уніфікації K_{ey} .

Коефіцієнт застосовуваності (y %) визначається за формулою

$$K_3 = \frac{n_y 100}{n} = \frac{(n - n_o) 100}{n}, \quad (2)$$

де n_y – загальна кількість найменувань (типорозмірів) уніфікованих складових виробів у конструкції; n_o – загальна кількість оригінальних найменувань (типорозмірів) складових виробів у конструкції.

Коефіцієнт повторюваності визначається за формулою

$$K_n = \frac{N - n}{N - 1} 100. \quad (3)$$

Наведені показники застосовуються для оцінювання рівня уніфікації конкретної конструкції (моделі). Для оцінювання рівня уніфікації групи конструкцій (моделей) застосовується коефіцієнт взаємної (міжпроектної) уніфікації:

$$K_{ey} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i - Q}{\sum_{i=1}^k n_i - n_{max}}, \quad (4)$$

де k – загальна кількість розглянутих конструкцій (моделей); n_i – загальна кількість найменувань (типорозмірів) складових виробів у i -й конструкції (моделі); n_{max} – найбільша чисельність найменувань (типорозмірів) складових виробів у одній із конструкцій (моделей); Q – загальна кількість найменувань (типорозмірів) складових виробів у групі із k конструкцій (моделей).

У перелік уніфікації не рекомендується [3] вводити стандартні кріпильні вироби, муфти, втулки, заглушки тощо.

Для запобігання термінологічних непорозумінь, суть показників, які входять у формули (2), (3), (4), на конкретних прикладах, наведено у роботі [1].

Для прикладу, у табл. 1 наведено дані з кількості складових виробів і рівня уніфікації за коефіцієнтом застосовуваності по výroбах власного виробництва групи середніх автобусів II класу ЛАЗ-А141, ЛАЗ-А1414 і цієї ж моделі ЛАЗ-А1414* після доопрацювання конструкторської документації (КД) для удосконалення автобуса. Вказані моделі автобусів відрізняються тим, що А141 укомплектований двигуном Andoria ZT 6СТ10 7-2/А1, а А1414 – ЯМЗ-236А-10.

Таблиця 1

Кількість складальних одиниць і деталей у групі автобусів

Кількість виробів	Модель автобуса		
	А141	А1414	А1414*
Складальних одиниць, загальна n	997	965	780
Складальних одиниць, оригінальних n_o	474	562	480
Деталей, загальна n	2776	2969	2476
Деталей, оригінальних, n_o	1022	1474	1327
Всіх виробів n	3773	3934	3256
Всіх оригінальних n_o	1496	2036	1807
Рівень уніфікації K_3 , %: – загальний	60,35	48,25	44,5
–по складальних одиницях	52,46	41,76	38,46
– по деталях	63,18	50,35	46,4

Як бачимо у табл. 1, під час розрахунку рівня уніфікації за формулою (2) отримано, на перший погляд, парадоксальний результат – після удосконалення конструкції А1414*, у результаті чого зменшено абсолютну чисельність та чисельність оригінальних складових виробів, рівень уніфікації, який би мав відображувати результати конструкторсько-технологічних заходів з підвищення технічного рівня конструкції, зменшився. Це суперечить виразу заданої цільової функції (1). При цьому зрозуміло, що собівартість конструкції А1414*, після доопрацювання КД для удосконалення автобуса, порівняно із А1414, буде меншою.

Із наведеного випливає, що кількісні показники уніфікації ϵ , в принципі, результатом математичного співвідношення груп уніфікованих і оригінальних виробів і не завжди об'єктивно відображують результати конструкторсько-технологічних заходів з удосконалення виробу. Це підтверджує доцільність застосування інших критеріїв і показників для оцінювання рівня уніфікації за коефіцієнтом застосовуваності конструкції, зокрема економічних [1].

Собівартість виробу можна визначити [1] за сумарною вартістю його складових груп [4] із рівняння

$$B = B_1 + B_2 + \dots + B_x = \sum_{i=1}^x B_i = \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y b_{iz} n_{iz} = \sum_{i=1}^{n_y} b_{yi} + \sum_{i=1}^{n_o} b_{oi}, \quad (5)$$

де B_i – вартість типової групи; x – кількість типових [4] груп, підгруп; y – кількість груп однойменних складових у номенклатурі i -ї типової групи; b_{iz} – вартість складової одиниці у номенклатурі i -ї типової групи; $n_{iz} = 1, 2, 3, \dots$ – чисельність групи однойменних складових у номенклатурі i -ї типової групи; b_{yi} – номінальна вартість i -го типорозміру групи уніфікованих складових; b_{oi} – номінальна вартість i -го типорозміру групи оригінальних складових.

Враховуючи вартість складових груп, рівень уніфікації конструкції за вартістю можна визначити [1] за формулою

$$K_{y\phi} = \frac{\sum_{i=1}^{n_y} b_{yi}}{\sum_{i=1}^{n_y} b_{yi} + \sum_{i=1}^{n_o} b_{oi}} 100. \quad (6)$$

Як бачимо із формул (5) і (6), в принципі, проблема зниження собівартості продукції полягає у зменшенні чисельності її складових та їх номінальної вартості. Оцінювання рівня уніфікації виробу за вартістю дозволяє наочно виділити складові групи і підгрупи із порівняно низьким рівнем уніфікації. На основі цих даних можна сформулювати першочергові заходи з підвищення рівня уніфікації, що відповідно вплине на зниження собівартості виробу загалом та підвищення його якості. При цьому номінальна вартість конкретної складової значною мірою залежить від того, чи вона вибрана із існуючого типорозмірного ряду уніфікованих складових, чи розроблена і освоєна у виробництві заново. Цілком зрозуміло, що у другому випадку номінальна вартість оригінальних складових, практично у всіх випадках, вища при не зовсім прогнозованих, у початковий період експлуатації, показниках їх якості (надійності).

Однак оцінювання рівня уніфікації за кількісними показниками залишається важливим аспектом уніфікації щодо мінімізації номенклатури матеріалів і стандартних кріпильних виробів, що застосовуються у виробництві. Для металевих прокату і кріпильних виробів номенклатуру (загальну чисельність) типорозмірів можна визначити за формулою

$$n_{m(k)} = n_{s(p)} + \sum_{i=1}^{n_{s(p)}} (n_{m(li)} - 1), \quad (7)$$

де $n_{m(k)}$ – номенклатура (загальна чисельність) типорозмірів по видах прокату (кріпильних виробів); $n_{s(p)}$ – чисельність груп металевих прокату за розміром (кількість номіналів різі кріпильних виробів); $n_{m(li)}$ – чисельність марок металу (довжин кожного номіналу кріпильних виробів).

Як показує практика машинобудівних заводів, у серійному виробництві через певний час виникає проблема нераціонально великої кількості сортаменту і марок металевих матеріалів та стандартних кріпильних виробів, що поставляються із спеціалізованих заводів. Це створює значні труднощі у постачанні, обліку, зберіганні та раціональному використанні вказаних виробів. Причиною цього є, зазвичай, недостатній контроль за необґрунтованим введенням, впродовж тривалого часу, у обмежувальний перелік (стандарт підприємства) нового сортаменту і марок металів та стандартних кріпильних виробів.

Усунення вказаного недоліку із надмірної номенклатури матеріалів і кріпильних виробів становить, на перший погляд, складну оперативну задачу – у процесі виробництва та постійного випуску КД на нові і модернізовані моделі продукції, впродовж стислого терміну упорядкувати цю номенклатуру. Це вимагає значного обсягу змін у КД. Однак, як показує практика, цю задачу можна ефективно вирішити за порівняно короткий час, організувавши роботу згідно з апробованою на практиці схемою організації робіт (рисунок).

При визначенні цілей необхідно вибрати номенклатуру виробів, чисельність яких необхідно раціонально мінімізувати. На основі цього створюється тимчасовий обмежувальний перелік (стандарт підприємства) і наказом по підприємству зобов'язують конструкторську службу негайно, при випуску КД, користуватися тільки цим переліком. Призначається відповідальна особа, яка контролює КД на відповідність новому обмежувальному переліку. Без підпису цієї особи КД в архів і на підготовку виробництва не приймається. В обґрунтованих випадках, цей чи інший виріб залишається або вводиться для застосування тільки за погодженням із компетентними спеціалістами та керівництвом. У цьому ж тимчасовому обмежувальному переліку для служби постачання і виробничих підрозділів вказується номенклатура виробів, які замінюються і їх постачання з цього моменту припиняється. Далі, згідно з тимчасовим переліком, готують повідомлення по моделях виробів, їх групах і підгрупах на зміну матеріалів і кріпильних виробів і видають у виробництво.

Відповідно до наведеного, на Львівському автобусному заводі була визначена номенклатура металевих матеріалів і кріпильних виробів, яку необхідно було мінімізувати.

Для мінімізації чисельності було вибрано 14 груп прокату чорних і кольорових металів і 38 видів кріпильних виробів. Результати роботи, на прикладі коректування чисельності типорозмірів металевого прокату, наведено у табл. 2.



Схема організації робіт з обмеження номенклатури матеріалів і кріпильних виробів, застосовуваних у виробництві

Таблиця 2

Результати коректування чисельності типорозмірів металевого прокату

Вид прокату	Чисельність			
	за товщиною, діаметром		за маркою металу	
	до коректування	після коректування	до коректування	після коректування
Прокат листовий холоднокатаний	13	8	14	5
Прокат листовий гарячекатаний	12	11	7	4
Прокат калібрований круглий	75	26	13	7
Прокат гарячекатаний круглий	28	16	11	4
Прокат калібрований шестигранний	34	14	7	3
Труби сталеві безшовні гарячекатані	9	6	5	2
Труби сталеві безшовні холоднодеформовані	39	20	5	2
Труби сталеві електрозварні	16	11	2	1
Дріт сталевий	39	22	1	1
Лист алюмінієвий	9	6	5	5
Лист латунний	5	3	3	2
Пруток латунний	10	9	1	1
Пруток бронзовий	4	3	1	1
Всього типорозмірів	293	155	75	38

Щодо кріпильних виробів, то у результаті коректування обмежувального переліку із 301 типорозмірів залишилося 133.

Висновки. 1. Для удосконалення наявної методологічної бази уніфікації при виготовленні і модернізації продукції запропоновано методику оцінювання рівня уніфікації за коефіцієнтом застосовуваності, враховуючи економічний критерій, тобто за співвідношенням вартості уніфікованих і оригінальних виробів.

2. Оцінювання рівня уніфікації під час виготовлення продукції за економічним критерієм дозволяє виділити її типові групи (підгрупи), насамперед, з низьким рівнем уніфікації і, відповідно, порівняно високою собівартістю виготовлення. Це робить можливим планування та реалізацію економічно обґрунтованих ефективних конструкторсько-технологічних заходів з зниження собівартості виробів, зокрема і в аспекті доцільності виготовлення тих чи інших складових на основному виробництві або по кооперації на інших підприємствах.

3. Оцінювання рівня уніфікації за кількісними показниками залишається важливим аспектом уніфікації щодо мінімізації номенклатури матеріалів і стандартних кріпильних виробів, що застосовуються у виробництві.

1. Немий С. В. Оцінка рівня уніфікації АТЗ / В научно-техн. журнале “Технологические системы”. – К.: Индустриальные технологии, 2001. – С. 69–72. 2. Немий С. В. Уніфікація – один із напрямків зниження собівартості автобусів і підвищення їх якості / С. В. Немий, О. І. Подолян, В. Є. Стефанович // В зб. асоціації “Автобус”: “Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів та поїздів”. Вип. 3. – Львів, 2000.– С. 86 – 87. 3. МР 242-87. Определение и планирование уровня унификации изделий. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 27 с. 4. Схема деления изделия на составные части. ГОСТ 2.711-82.– М.: Изд-во стандартов, 1982. – 17 с. 5. Унификация изделий. Основные положения. ГОСТ 23945.0 – 80. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 6 с.