

*Н.Р. ВЕСЕЛОВСЬКА, О.А. СКОРКІН, О.В. КОТЛЯР, Ю.О. КЛОЧКО, О.П. СТАРЧЕНКО*

## **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ФОНД РЕЛЕВАНТНОСТІ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИДІВ КРУПНОГАБАРИТНИХ З'ЄДНАНЬ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ КРУТНОГО МОМЕНТУ**

Існує значний інформаційний фонд релевантності конструкторсько-технологічних видів крупногабаритних роз'ємних з'єднань, що використовуються для передачі крутного моменту, в яких роз'єм здійснюється за допомогою особливих конструктивних умов складання. Шпонкові та шліцьові з'єднання призначені для передачі крутного моменту від валу до посаженої на нього деталі (шківа, зубчатого колеса та ін.) і навпаки. Перевагами шпонкових з'єднань є їх простота і надійність у експлуатації, але вони ослаблюють вали та маточину шпонковими пазами і викликають концентрацію напруги. Шліцьові з'єднання в порівнянні з шпонковими мають велику навантажувальну здатність, краще центрують деталь на валу і дають меншу концентрацію напруги, що підвищує втомну міцність валів, але вони складніші у виробництві. Шліцьові з'єднання застосовують для посадок з натягом або зазором деталей (зубчастих коліс, шківів, втулок та ін.) на валу. У порівнянні зі шпонковими, шліцьові з'єднання мають ряд переваг: деталі на шліцьових валах краще центруються і направляються при пересуванні вздовж валу; менше напруги змінання на гранях шліців; вище міцність валів при динамічних і змінних навантаженнях. Шліцьові з'єднання отримали широке поширення в машинобудуванні, що пояснюється їх високою здатністю навантаження, конструктивними перевагами перед іншими видами з'єднань типу вал – втулка. Найбільшого поширення в машинобудуванні мають прямокутні шліцьові з'єднання до діаметру  $\varnothing 125$  мм. Широке застосування останнім часом стали отримувати крупногабаритні роз'ємні з'єднання з евольвентним профілем зубів діаметром від  $\varnothing 125$  мм  $\varnothing 500$  мм, що пояснюється тим, що їх здатність навантаження вище, ніж у прямокутного. Наведені основні засоби та методи обробки крупногабаритних роз'ємних з'єднань.

**Ключові слова:** інформаційний фонд, релевантність, конструкторсько-технологічні види, крупногабаритні шпонкові та шліцьові з'єднання, крупногабаритні роз'єднувачі з'єднувача з впливовим профілем, засоби та методи обробки з'єднань.

*Н.Р. ВЕСЕЛОВСЬКА, А.О. СКОРКІН, А.В. КОТЛЯР, Ю.А. КЛОЧКО, Е.П. СТАРЧЕНКО*

## **ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФОНД РЕЛЕВАНТНОСТИ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВИДОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА**

Существует значительный информационный фонд релевантности конструкторско-технологического вида крупногабаритных разъемных соединений, в том числе и для крутящего момента, в которых есть все необходимые условия для сборки. Шпоночные и шлицевые соединения применяются для передач с крутящим моментом от вала до сопрягаемой детали (шкива, зубчатые колеса и др.) и наоборот. Преимуществами шпоночных соединений является их простота и надежность в эксплуатации, но они ослабляют вали и ступицу шпоночными пазами и вызывают концентрацию напряжения. Шлицевые соединения по сравнению с шпоночными имеют большую нагрузочную способность, лучше центрируют деталь на валу и дают меньшую концентрацию напряжения, повышает усталостную прочность валов, но они сложнее в производстве. По сравнению с шпоночными, шлицевые соединения имеют ряд преимуществ: детали на шлицевых валах лучше центрируются и направляются при передвижении вдоль вала; меньше напряжения смятия на гранях шлицев; выше прочность валов при динамических и переменных нагрузках. Шлицевые соединения получили широкое распространение в машиностроении, что объясняется их высокой нагрузочной способностью, конструктивными и технологическими преимуществами перед другими видами соединений типа вал – втулка. Наибольшее распространение в машиностроении имеют прямоугольные шлицевые соединения с диаметром  $\varnothing 125$  мм. Широкое применение в последнее время стали получать крупногабаритные разъемные соединения с эвольвентным профилем зубьев диаметром от  $\varnothing 125$  мм  $\varnothing 500$  мм, что объясняется тем, что их нагрузочную способность выше, чем в прямоугольного. Приведены основные средства и методы обработки крупногабаритных разъемных соединений.

**Ключевые слова:** информационный фонд, релевантность, конструкторско-технологические виды, крупногабаритные шпоночные и шлицевые соединения, крупногабаритные разъемные соединения с эвольвентным профилем, средства и методы обработки соединений

*N.R. VESELOVSKAYA, A.O. SKORKIN, A.V. KOTLYAR, Yu.A. KLOCHKO, E.P. STARCHENKO*

## **INFORMATION SUPPLY FUND OF RELEVANTING CONSTRUCTIVE TECHNOLOGICAL TECHNOLOGY TYPES OF LARGE-SIZED MEANS TO TRANSFER THE TIGHT MOMENT**

There is a significant informational fund of relevant design and technological views of large-sized rose plants, which are worthy of a cool moment, but you can come back for additional special constructive minds. Shponkovi that shlitsyovi z'ednannya primarneni for gears cool moment vid shaft before sowing on new parts (shkiva, gears that in.) I navpak. By perevalami shponkovih z'ednan e ix simplicity i nadiynist in exploitation, aloons loosen the weed of the spline grooves i wiklyayut concentration of springs. Shlitsyovi z'ednannya in porivnyanni of shponkovimii toil Velika navantazhuvальnu zdatnist, maintained upstream tsentruyut detail on the shaft i give Mensch kontsentratsiyu naprugi scho pidvischue vtomnu mitsnist valiv, ale stink skladnishi in virobnitstvi. Shlitsyovi z'andnannya zastosovuyut for landings with tightness abo clearance of parts (gear parts kol\_s, shkiviv, bushings that in.) On the shaft. At the spline of the shponkovimi, shlitsovil"dnannya mayut a number of perevag: details on the shafts of the trees are centered i are sent at the over-swayed shaft; less springs on the edges of shlitsiv; Vishche mitsnist valiv with dynamical i zminnih navantazhennyah. Shlits'ovil e ndnannya otrimali wider broader in machinebudding, please explain to them with high quality navantazhennyah, constructive and technological perevagami before inshiem types z ddnan type shaft - sleeve. The most widespread in machine-waving majut straightness shlitsyovi"dnannya to a diameter of  $\varnothing 125$  mm. At the widening of the hour, they began to cut off the large-sized roses of the large-scale with a solvent profile of the teeth with a diameter of  $\varnothing 125$  mm  $\varnothing 500$ mm, I will explain this time, the design of the building will be set to the height of the towers. Navigate the main methods of processing of large-sized rose plants.

**Keywords:** information fund, relevance, design and technological views, large-sized keyboards and spline joints, large-size split joints with an engraving profile, tools and methods for processing joints.

**Вступ.** Існує значний інформаційний фонд релевантності конструкторсько-технологічних видів крупногабаритних роз'ємних з'єднань, що використовуються для передачі крутного моменту, в

яких роз'єм здійснюється за допомогою особливих конструктивних умов складання. До цієї групи, в першу чергу, слід віднести шпонкові та шліцьові з'єднання. Це стандартні способи об'єднання, в яких всі

конструктивні параметри, матеріали, точність виготовлення та умови експлуатації, а також збірка повністю визначаються державними стандартами.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Шпонкові та шліцьові з'єднання призначені для передачі крутного моменту від валу до посадженої на нього деталі (шків, зубчатого колеса та ін.) і навпаки. Перевагами шпонкових з'єднань є їх простота і надійність у експлуатації, але вони ослаблюють вали та маточину шпонковими пазами і викликають концентрацію напруги. Шліцьові з'єднання в порівнянні з шпонковими мають велику навантажувальну здатність, краще центрують деталь на валу і дають меншу концентрацію напруги, що підвищує втомну міцність валів, але вони складніші у виробництві [1]. Шпонка - елемент з'єднання, захищає з'єднувальні деталі від відносного зміщення, головним чином від відносного повороту [2]. За формою стандартні шпонки поділяються на призматичні, клинові, сегментні та тангенціальні.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є вивчення інформаційного фонду релевантності конструкторсько-технологічних видів крупногабаритних роз'ємних з'єднань, що використовуються для передачі крутного моменту в зрівнянні різних видів з'єднань за допомогою особливих конструктивних умов складання. Шпонкові та шліцьові з'єднання призначені для передачі крутного моменту від валу до посадженої на нього деталі (шків, зубчатого колеса та ін.) і навпаки [3].

Шпонкові з'єднання з призматичними шпонками (рис. 1) стандартизовані по ГОСТ 23360-78 [4]. Стандарт встановлює розміри та крайні відхилення розмірів призматичних шпонок та відповідних їм шпонкових пазів на валах та в втулках.

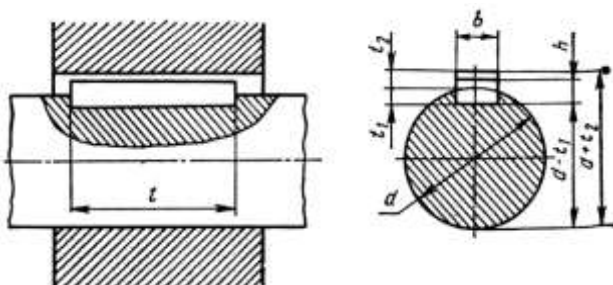


Рис. 1 – З'єднання з призматичною шпонкою  
 $d$  – діаметр вала;  $b$  – ширина шпонки;  $h$  – висота шпонки;  $l$  – довжина шпонки;  $t_1$  – глибина паза на валу;  $t_2$  – глибина паза на втулці

Призматичні шпонки виготовляють зазвичай з відношенням висоти до ширини від 1:1 (для валів малих діаметрів) до 1:2. В важко навантажених з'єднаннях застосовують шпонки призматичні високі, що мають значну висоту і ширину [3].

Шпонкові з'єднання з сегментними шпонками (рис. 2) застосовують на валах невеликих діаметрів (до 38 мм); з'єднання прості у виробництві та складанні, однак вал послаблюється глибоким пазом під шпонку [3, 4].

Ще одним різновидом шпонки є клинова шпонка

(рис. 3). Вона встановлюється в пази валу і маточини з бічними зазорами. ГОСТ 24068-80 [6] встановлює розміри і граничні відхилення розмірів клинових шпонок з головкою і без головки і відповідних їм шпонкових пазів на валах і у втулках. Відповідно до стандарту існують такі різновиди клиновий шпонки: клинова з закругленими або плоскими кінцями, клинова з головкою і плоским кінцем.

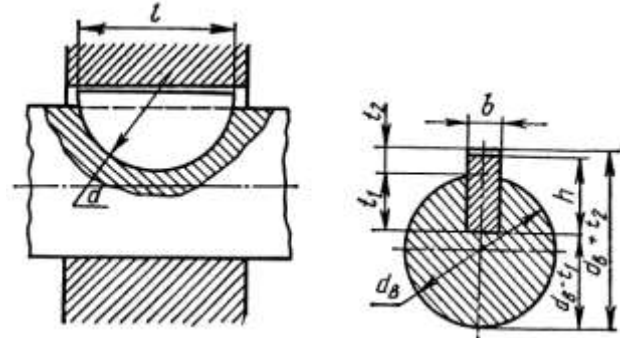


Рис. 2 – З'єднання з сегментною шпонкою  
 $d$  – діаметр шпонки;  $d_B$  – діаметр вала;  $b$  – ширина шпонки;  $h$  – висота шпонки;  $l$  – довжина шпонки;  $t_1$  – глибина паза на валу;  $t_2$  – глибина паза на втулці

Поперечний переріз шпонки - прямокутник з притупленими дугою або фаскою кутами; робочими є широкі грані. Одна з широких граней має по довжині ухил 1:100, що забезпечує самозупинку шпонки [2].

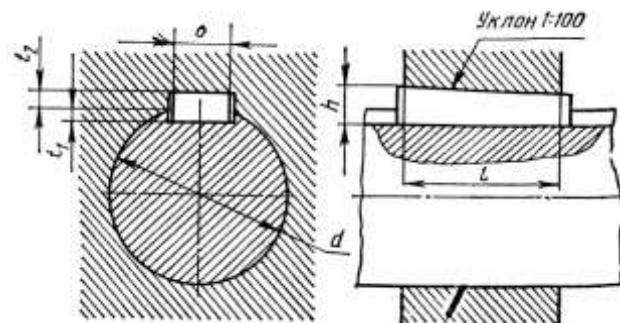


Рис. 3 – З'єднання з клинвою шпонкою  
 $d$  – діаметр вала;  $b$  – ширина шпонки;  $h$  – висота шпонки;  $l$  – довжина шпонки;  $t_1$  – глибина паза на валу;  $t_2$  – глибина паза на втулці

Тангенціальні шпонки (рис. 4) з двох односкатних клинів застосовують для важко навантажених валів в умовах реверсивного обертання. Довжина шпонки вибирається на 10 – 15% більше довжини маточини. При великих ударних навантаженнях і частому реверсуванні застосовують посилені тангенціальні шпонки [3].

**Виклад основного матеріалу.** Шліцьові з'єднання отримали широке поширення в машинобудуванні, що пояснюється їх високою здатністю навантаження, конструктивними і технологічними перевагами перед іншими видами з'єднань типу вал – втулка.

Вибір типу шліцьових з'єднань пов'язаний з конструктивними і технологічними особливостями прямокутних і евольвентних шліцьових з'єднань. Евольвентний профіль зуба має підвищену міцність

завдяки потовщення зубів до основи і наявності заокруглень біля основи, що знижує концентрацію напружень.

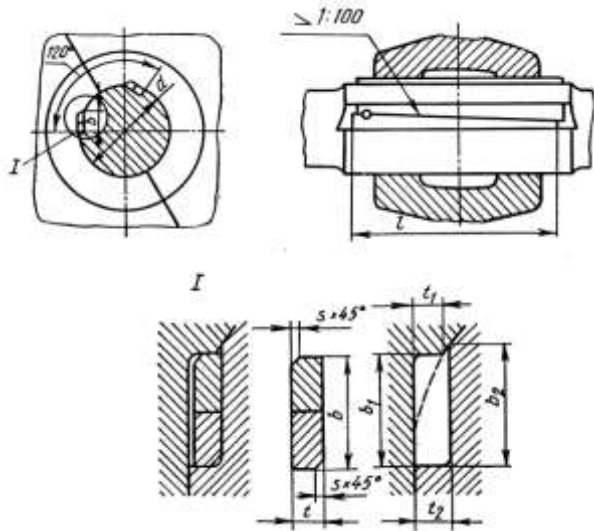


Рис. 4 – З'єднання з тангенціальною шпонкою  
 $d$  – діаметр вала;  $b$  – ширина шпонки;  $b_1$  – ширина паза у втулці;  $b_2$  – ширина паза на валу;  $t$  – товщина шпонки;  $t_1$  – глибина паза на валу;  $t_2$  – глибина паза на втулці;  $l$  – довжина шпонки;  $s$  – фаска

Форма шліцьового профілю і розмірний ряд прямокутних шліцьових з'єднань (рис. 5) регламентовані стандартом ГОСТ 1139–80 [8].

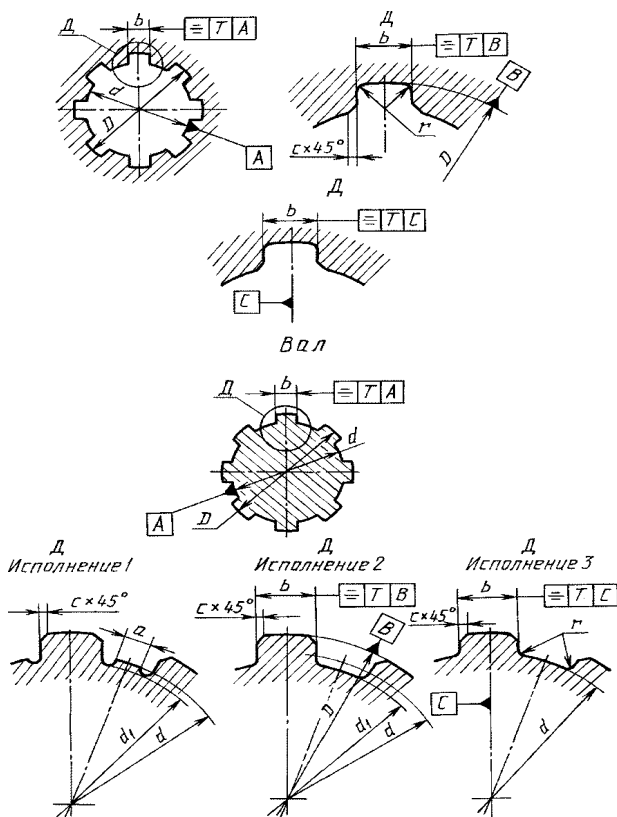


Рис. 5 – З'єднання шліцьове прямокутне  
 $D$  – зовнішній діаметр;  $d$ ,  $d_1$  – внутрішній діаметр;  $b$  – ширина шліця;  $r$  – радіус заокруглення;  $a$  – ширина виступу пазу;  $c$  – фаска

Стандарт поширюється на шліцьові з'єднання загального застосування з прямокутним профілем зубів, розташованих паралельно осі з'єднання, і передбачає з'єднання легкої, середньої та важкої серій. Розмірний ряд охоплює з'єднання з зовнішніми діаметрами 14 – 125 мм і числом зубів 6 – 20 і не поширюються на спеціальні шліцьові з'єднання.

Евольвентні шліцьові з'єднання (рис. 6) також стандартизовані. ГОСТ 6033–80 [10] поширюється на шліцьові з'єднання з евольвентним профілем зубів, розташованих паралельно осі з'єднання, з кутом профілю  $30^\circ$ . Стандарт встановлює вихідний контур, форму зубів, номінальні діаметри, модулі і числа зубів, номінальні розміри і вимірювані величини а також допуски і посадки.

Розмірний ряд охоплює з'єднання модулями 0,5–10 мм, зовнішніми діаметрами 4–500 мм і числами зубів 6–82.

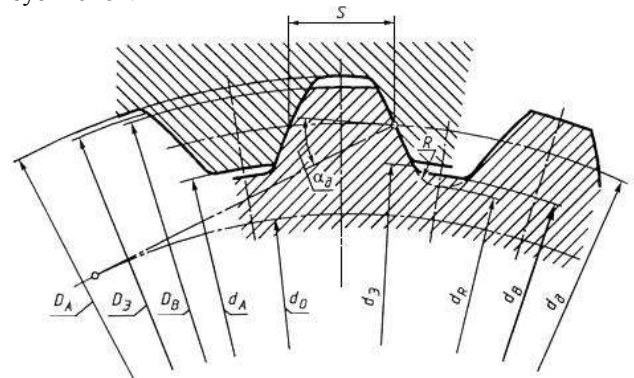


Рис. 6 – З'єднання шліцьове евольвентне  
 $D_A$  – номінальний зовнішній діаметр отвору;  $D_э$  – діаметр окружності через початкові точки перехідних кривих отвору;  $D_B$  – номінальний зовнішній діаметр вала;  $d_A$  – номінальний внутрішній діаметр отвору;  $d_о$  – діаметр основного кола;  $d_э$  – діаметр вала через початкові точки перехідних кривих;  $d_k$  – номінальний діаметр вала на заокругленій впадині;  $d_B$  – номінальний діаметр вала на плоскій впадині;  $d_о$  – діаметр діляльного кола;  $S$  – номінальна товщина зуба вала і ширина впадини отвору по діляльному колу;  $\alpha_о$  – кут тиску на діляльному колі;  $R$  – радіус заокругленої впадини

Евольвентні шліцьові з'єднання використовують для передачі значних крутних моментів, а також в тих випадках, коли до точності центрування з'єднаних елементів пред'являють підвищені вимоги. При евольвентному профілю шліців можна допускати види обробки, що застосовуються при зубонарізуванні: шевінгування, шліфування по методу обкатки.

Згідно з ГОСТ 6033–80 евольвентні шліцьові з'єднання обробляються та експлуатуються з урахуванням трьох видів центрування: по зовнішньому діаметру; по бокових поверхнях зубів (для плоскої або заокругленої форми впадини); по внутрішньому діаметру.

Трикутні шліцьові з'єднання (рис. 7) застосовують як правило, для нерухомих з'єднань замість з'єднань з натягом, що дозволяє використовувати тонкостінні втулки, а також для з'єднання втулок з легких сплавів з сталевими валами.

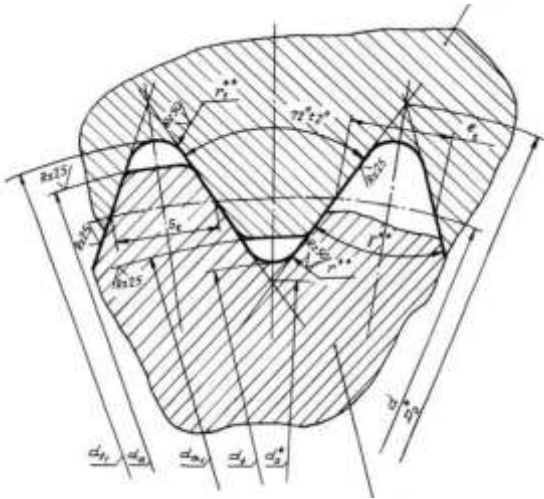


Рис. 7 – З'єднання шліцьове трикутне

Крім рекомендованих, в машинобудуванні застосовують трикутні шліцьові з'єднання в різних галузевих нормалях. Ці нормалі містять з'єднання з кутом профілю  $90^\circ$ ,  $72^\circ$  і  $60^\circ$ , номінальними зовнішніми діаметрами 5 – 75 мм, модулями 0,2 – 1,5 мм і числом зубів 20 – 70.

При нарізанні зубів дисковими профільними фрезами використовують універсальні або спеціальні фрезерні верстати, оснащені ділильними головками або спеціальними ділильними пристосуваннями. Як ріжучий інструмент використовують дискові двосторонні фрези в поєднанні з профільною (рис. 8, а) або одну дискову профільну фрезу, обробляючи весь профіль зуба відразу (рис. 8, б).

Рациональна область застосування – багатосерійне і масове виробництво. Досягається точність по коливанню товщини зуба 0,015 – 0,05 мм, шорсткість поверхні  $R_z = 20$  мкм.

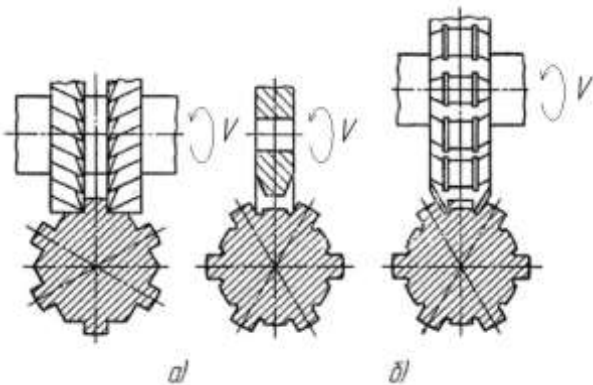
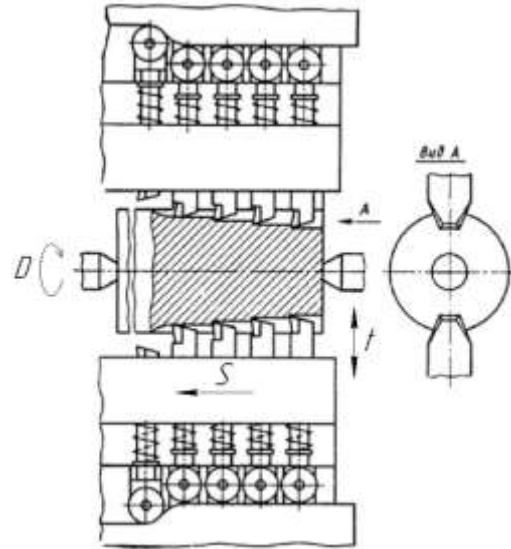


Рис. 8 – Методи обробки зубів валу дисковими профільними фрезами:

$V$  – напрям обертання інструменту; а – дискові двосторонні фрези; б – дискова профільна фреза

Продуктивність праці при виготовленні зубів на валах при протягуванні в 6 і більше разів більше, ніж при обробці фрезеруванням черв'ячними фрезами. Ефективність методу протягування особливо зростає при збільшенні довжини оброблюваних зубів (рис.9).

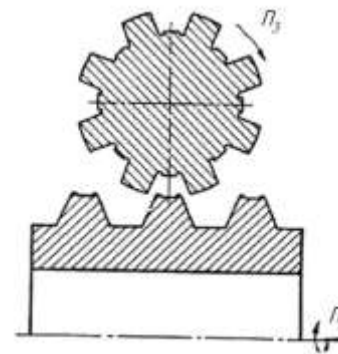
Шліцепротягування забезпечує шорсткість поверхні  $R_a = 1,6 - 0,8$  мкм.

Рис. 9 – Схема протягування зубів валу  
 $S$  – напрям подачі заготовки;  $t$  – напрям переміщення інструменту;  $D$  – напрям повороту заготовки

Найбільший економічний ефект від застосування методу протягування досягається в умовах великосерійного і масового виробництва шліцьових валів.

Фрезерування черв'ячними фрезами (рис. 10) є в даний час найбільш відпрацьованим і поширеним способом обробки зубів на валах в умовах великосерійного і масового виробництва. Точність профілю та інших елементів шліцьового валу при обробці методом обкатки вище, ніж при застосуванні методу копіювання.

Черв'ячні фрези для обробки шліцьових поверхонь стандартизовані по ГОСТ 8027–86 [16] для шліцьових валів з прямокутним профілем зуба та по ГОСТ 6637–80 [17] для шліцьових валів з евольвентним профілем.

Рис. 10 – Схема фрезерування зубів валу черв'ячної фрезою:  $n_2$  – напрям обертання заготовки;  $n_1$  – напрям обертання інструмент

Процес різання відбувається безперервно і в ньому беруть участь одночасно кілька ріжучих зубів фрези, завдяки чому цей спосіб нарізування зубів є більш продуктивним, ніж: обробка фрезеруванням однієї профільної фрезою методом копіювання.

Зуби нарізуються зазвичай одно- і двозахідними

фрезами. Застосування двохзаходних фрез дозволяє збільшити продуктивність в 1,5 – 1,8 рази, проте внаслідок більш низької точності їх застосовують при чорновій обробці під подальше чистове фрезерування однозаходною черв'ячної фрезою або шліцешлифування. Остаточне одноразове шліцефрезерування виконують однозаходної черв'ячної фрезою. Точність зубів по товщині при обробці однозаходними фрезами: 0,025 – 0,12 мм; відхилення від паралельності до 0,04 мм на довжині 100 мм; шорсткість обробленої поверхні  $R_z = 20 - 40$  мкм.

Режими різання при фрезеруванні зубів вала наступні: подача на оборот заготовки при чорновій (під шліфування) обробці 1,5 - 2,6 мм / об, при чистової по суцільному металу 0,5 - 1,0 мм / об; швидкість різання відповідно 15 - 40 і 10 - 30 м / хв.

Фрезерування черв'ячними фрезами ведуть на спеціальних шліцефрезерних верстатах або на зубофрезерних верстатах.

Обробка довбачем на зубодовбальних верстатах застосовують для обробки зубів отвірних коліс, втулок.

Обробка методом зуботочіння. Інструментом для обробки; зуботочінням (рис. 11) є обкатний різець, за зовнішнім виглядом нагадує косозубий довбач. Число зубів обкатного різця зазвичай в 2 – 4 рази перевищує число зубів оброблюваного валу.

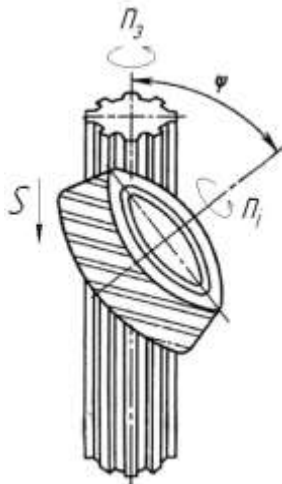


Рис. 11 – Схема обробки зубів валу зуботочінням:  $n_3$  – напрям обертання заготовки;  $n_i$  – напрям обертання інструменту;  $S$  – напрям подачі

Шліфування зубів. Існує кілька способів шліфування зубів валу (рис. 12). Одночасне шліфування поверхонь, що належать різним зубам, за допомогою декількох шліфувальних кругів не забезпечує економічного отримання досить високої точності через нерівномірний знос кіл, що мають різні окружні швидкості (рис. 12, а).

При роздільному шліфуванні бічних сторін і центру поверхні зубів (рис. 12, б) знижується точність обробки і збільшується трудомісткість виготовлення в зв'язку з тим, що шліцьовий профіль валу обробляється послідовно в дві установки. З усіх відомих способів найкращі результати як в сенсі точності, так і продуктивності виходять при шліфуванні зубів одним

профільним колом (рис. 12, в).

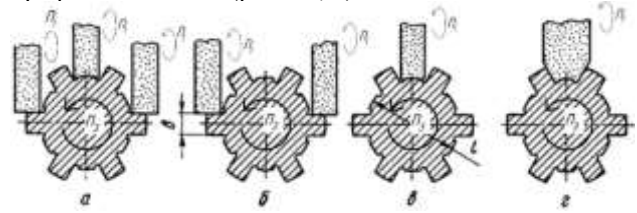


Рис. 12 – Схеми шліфування зубів на валах  
а – трьома циліндричними колами; б – роздільне шліфування поверхонь а й б; в – одним профільним колом;  $n_3$  – напрям обертання заготовки;  $n_i$  – напрям обертання інструменту

Параметр шорсткості обробленої поверхні в залежності від методу та режиму обробки  $Ra = 0,16 - 2,5$  мкм.

Найбільше застосування отримало поздовжнє накопчення зубів багатороликовою головкою (рис. 13).

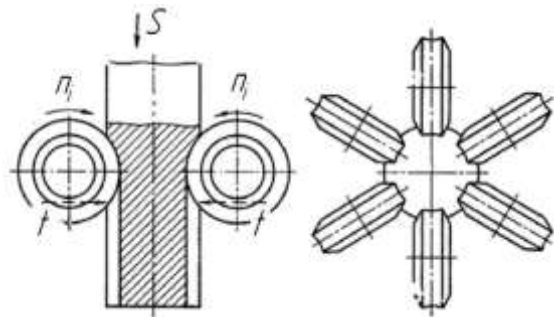


Рис. 13 – Схема поздовжнього накопчення зубів валу багатороликовою головкою:  $n_i$  – напрям обертання інструменту;  $S$  – напрям подачі;  $t$  – напрям переміщення інструменту

Даний метод дозволяє накатати зуби різного профілю з центруванням по зовнішньому або внутрішньому діаметру. Конструкція головки дозволяє накопчувати шліцьові вали як за один, так і за кілька проходів, в залежності від вимог, що пред'являються до точності розмірів, шорсткості поверхні і ступеня деформації.

Широке застосування в промисловості отримало накопчення зубів на валах круглими зубчастими роликками. При накопченні за рахунок переміщення роликків до осі заготовки (рис. 14, а) після формування профілю зуба виконують калібрування при постійній міжцентровій відстані. Накопчуються відбувається одним, двома або трьома роликками. Заготовку встановлюють в центрах або патроні.

Накопчення зубчастими роликками виконують також з тангенціальною подачею заготовки (рис. 14, б) на двошпиндельних різьбонакатних верстатах або на спеціальних шліценакатних верстатах. Накатні роликки встановлюють на необхідну міжцентрову відстань, яка не змінюється в процесі накопчення.

На модернізованих різьбонакатних верстатах або на спеціальних шліценакатних верстатах можна здійснювати накопчення зубчастими роликками з прямими формотворними зубами з осьовою подачею заготовки (рис. 14, в).

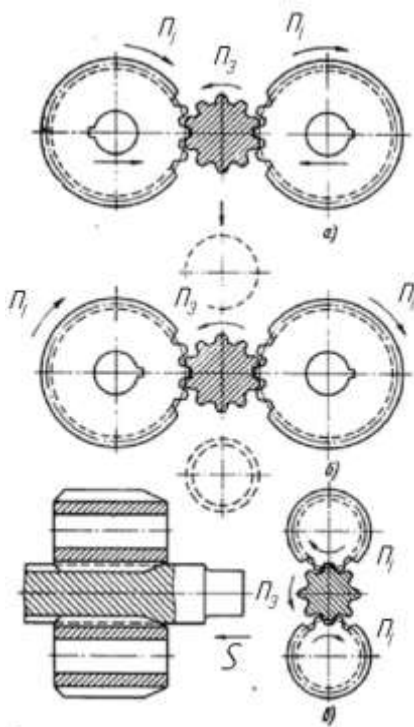


Рис. 14 – Схема накочування зубів валу круглими зубчастими роликками: а – з радіальною подачею роликків; б – з тангенціальною подачею заготовки; в – з осьювою подачею заготовки;  $n_1$  – напрям обертання інструменту;  $S$  – напрям подачі;  $n_2$  – напрям обертання заготовки

Зубчаста рейка має три частини: забірну, калібрувальну і ділянку розвантаження (рис.15). Висота зубів забірної частини поступово збільшується, на калібрувальній частині зуби мають висоту, відповідну глибини паза деталі. Термін служби накатних рейок досить великий. Інструмент допускає до чотирьох переточувань; до переточування він обробляє близько 30 000 деталей.

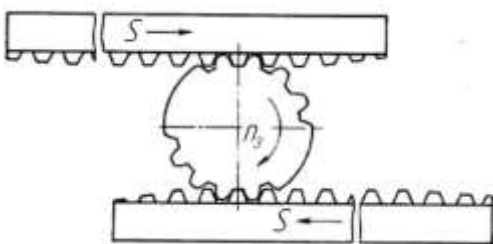


Рис. 15 – Схема накочування зубів валу плоскими рейками:  $S$  – напрям подачі;  $n_3$  – напрям обертання заготовки

Точність виготовлення шліцьового отвору багато в чому визначається точність усієї деталі, оскільки вона є конструкторською і технологічною базою. Технологічний процес обробки зубів у отворах до термічної обробки включає попередню обробку отворів свердлінням та розточуванням (зенкеруванням) з підрізкою торця, протягуванням шліцьових канавок однією або послідовно двома протяжками. Для протягування зубців у отворах застосовують протяжки з сталей марок P18, P9, P18Ф2,

P6M5, ХВГ . Протягування здійснюють на горизонтальних або вертикальних станках. Кращу точність забезпечують протяжні станки вертикального типу.

При обробці протягуванням досягається точність із допуском по шостому квалітету, шорсткість поверхні до  $R_a = 2,5$  мкм.

У високоточних деталей бічні поверхні впадин між зубами і поверхню  $D$  можна обробляти шліфуванням спеціальною голівкою, яку встановлюють на плоско або шліцешліфувальних верстатах, або спеціальних верстатах. Схема шліфування показана на рис. 16. Шліфувальний круг малих розмірів по черзі шліфує бічні і центрувальні поверхні впадин.

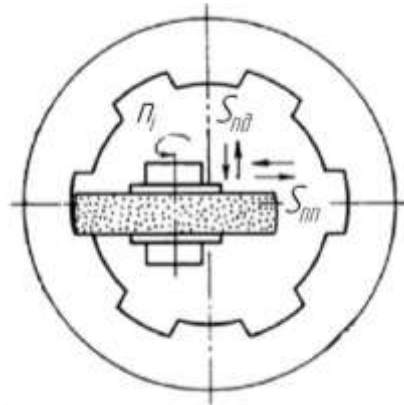


Рис. 16 – Схема шліфування бічних поверхонь впадин шліцьового отвору:  $S_{nd}$  – напрямок поперечної подачі;  $S_{nt}$  – напрямок повздовжньої подачі;  $n_1$  – напрям обертання інструменту

**Висновки.** Розглянуто основні відомості про види з'єднань, що застосовуються для передачі крутного моменту, їх переваги, недоліки та області використання. Були наведені основні засоби та методи обробки поверхонь таких з'єднань. На основі цього була обґрунтовано поставлена проблема та виконаний аналіз її стану.

#### References (transliterated)

1. *Приводы машин: Справочник* / В.В. Долугий, Т.И. Муха, А.П. Цупиков, Б.В. Януш. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 383 с., ил.
2. *Детали машин. Расчет и конструирование: Справочник* / Н.С. Ачеркин, И.А. Биргер, Л.С. Борович и др. – М.: Машиностроение, 1968. – 440 с.
3. *Расчеты деталей машин: Справ. пособие* / А.В. Кузьмин, И.М. Чернин, Б.С. Козинцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. шк., 1986. – 400 с.
4. *ГОСТ 23360–79. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки.* – Взамен ГОСТ 8788–68, ГОСТ 8789–68 и ГОСТ 7227–58 в части призматических шпонок; введ. 01.01.80. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 21 с.
5. *ГОСТ 24071–97 Основные нормы взаимозаменяемости. Сегментные шпонки и шпоночные пазы.* – Взамен ГОСТ 24071–80; введ. 01.07.2000. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 9 с.
6. *ГОСТ 24068–80. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с клиновыми шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки.* – Взамен ГОСТ 8791–68, ГОСТ 8792–68 и ГОСТ 8793–68; введ. 01.01.81. – М.:

- ИПК Издательство стандартов, 2005. – 14 с.
7. ГОСТ 24069–97. Основные нормы взаимозаменяемости. Тангенциальные шпонки и шпоночные пазы. – Взамен ГОСТ 24069–80; введ. 01.07.2000. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 8 с
  8. Технологический регламент выбора и назначения параметров обработки при скоростном лезвийном зубофрезеровании / Н.С. Равская, А.А. Охрименко, А.А. Клочко, М.И. Гасанов // XVIII Міжнародна науково-технічна конференція „Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта”, яка відбулась 29 червня - 01 липня 2017 року в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». – Київ: НТУУ «КПІ», 2017. – Т. 4. – С. 350 – 353.
  9. Шлицевые соединения / Г.И. Скудин, В.И. Никитин. – М.: Машиностроение, 1981. – 128 с. ил.
  10. ГОСТ 6033–80 Основні норми взаємозамінності. З'єднання шліцьові евольвентні з кутом профілю 30°. Розміри, допуски і вимірювані величини. – Замість ГОСТ 6033–51; введ. 01.01.1982. – М.: ИПК Видавництво стандартів, 2005. – 86 с.
  11. Клочко О.О., Чекердес С. О., Хорошайло В.В., Федоров В.В., Хомяков С.А. Автоматизация управления технологической подготовкой производства крупногабаритных эвольвентных шлицевых з'єднань. Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції 31 жовтня – 02 листопада 2018 року / Під заг. ред. В. Д. Ковальова. – Краматорськ: ДДМА, 2018. – С. 74.

## References (transliterated)

1. V.V. Doligy, T.I. Mucha, A.P. Tsupikov, B.V. Janusz *Drives of machines: a Handbook* 2nd ed., Pererab. and add. Lviv, Mechanical Engineering, Leningrad. separation, 1982. - 383 p., il.
2. N.S. Acherkin, I.A. Birger, L.S. Borovich et al. *Details of cars. Calculation and design: Handbook* Moscow: Mashinostroenie, 1968. 440 p.
3. A.V. Kuzmin, I.M. Chernin, B.S. Kozintsov. *Calculations of machine parts: Ref. allowance* 3rd ed., Pererab. and add. Mn.: Your. school., 1986. 400 p.
4. GOST 23360–79. *Basic standards of interchangeability. Key*

- connections with prismatic keys. The dimensions of the keys and sections of the grooves. Tolerances and landings.* - Instead of GOST 8788–68, GOST 8789–68 and GOST 7227–58 in terms of prismatic keys; enter 01.01.80. Moscow, IPK Publishing house of standards, 2005. 21 p.
5. GOST 24071–97 *Basic standards of interchangeability. Segment keys and keyways.* Instead of GOST 24071–80; enter July 01, 2000. Moscow, IPK Publishing house of standards, 2000. 9 p.
  6. GOST 24068–80. *Basic standards of interchangeability. Key joints with wedge keys. The dimensions of the dowels and groove sections. Tolerances and landings.* Instead of GOST 8791–68, GOST 8792–68 and GOST 8793–68; enter 01.01.81. Moscow, IPK Publishing house of standards, 2005. 14 p.
  7. *Basic standards of interchangeability. Tangential keys and keyways.* - Instead of GOST 24069–80; enter 07/01/2000. Moscow, IPK Publishing house of standards, 2003. 8 p.
  8. N.S. Ravskaya, A.A. Okhrimenko, A.A. Klochko, M.I. Hasanov *Technological regulations for the selection and appointment of processing parameters for high-speed blade gear cutting.* XVIII International conference on technical and technical conference “Progressive technology, technology, engineering, engineering, engineering”, yak went on 29 June - 01 March 2017 in the National Technical University, Ukraine, “Kiev, Ukraine, Ukraine, Kyiv, Ukraine, 2017, Kyiv: NTUU “KPI”, 2017. Vol. 4. pp. 350 - 353.
  9. G.I. Skudin, V.I. Nikitin, *Shlitsevy connections.* Moscow, Mashinostroenie, 1981. 128 p.
  10. GOST 6033–80 *Basic norms of mutual immunity. Prof. Iyu 30°. Rose-ri, tolerances i vimiryuvani great.* A number of GOST 6033–51; enter 01/01/1982. Moscow, IPK Vidavnitstvo Standards, 2005. 86 p.
  11. Klochko O.O., Chekerdes S. O., Khoroshaylo V.V., Fedorov V.V., Khomyakov S.A. *Automation of the technical control of the technological preparation of the large-scale evolvent shlitsovih s'dnan.* Machinery of young and young Ochim: progressive idī - science - virobnitstvo. Materials of international practical scientific conference 31 of the Zhovtnya - 02 leaf fall 2018 rock / Pid zag. ed. V.D. Kovalova. - Kramatorsk: DDMA, 2018. pp. 74.

Поступила (received) 03.09.2018

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Веселовська Наталія Ростиславівна (Веселовская Наталья Ростиславовна, Veselovskaya Natalia Rostislavovna)** - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри машин та обладнання сільського господарювання виробництва Вінницький національний аграрний університет, м Вінниця, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9399-6721>; тел. +380975370748; e-mail: [wnatalia@ukr.net](mailto:wnatalia@ukr.net)

**Скоркін Антон Олегович, (Скоркин Антон Олегович, Permyakov Oleksandr Anatolliych)** – кандидат технічних наук, доцент, Українська інженерно-педагогічна академія, зам. декана; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3032-83414>; тел.: 093-464-62-39; e-mail: [Andromeda862@ukr.net](mailto:Andromeda862@ukr.net)

**Котляр Олексій Віталійович (Котляр Алексей Витальевич, Alexey Kotliar)** – кандидат технічних наук, доц. кафедри Технології машиностроєння і металорежущих станків, Національний технічний університет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7664-0395>, (057) 720-66-25; e-mail: [Alexeykotliar@gmail.com](mailto:Alexeykotliar@gmail.com)

**Клочко Юрій Олександрович (Клочко Юрий Александрович, Klochko Yuriy Aleksandrovich)** – кандидат економічних наук, зав.кафедрою менеджмент ДІТМ МНТУ, м. Краматорськ, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6219-0087>; e-mail: [dosent@ukr.net](mailto:dosent@ukr.net)

**Старченко Олена Павлівна (Старченко Елена Павловна, Starchenko Olena Pavlona)** – заст.директра радіотехнічного коледжа, м. Харків; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7444-6668>;тел.: (093)-331-5174; e-mail: [estarchenko79@gmail.com](mailto:estarchenko79@gmail.com)