

Я.М. Кусий, В.Г. Топільницький*, В.П. Котляров**

Національний університет “Львівська політехніка”,

кафедра технології машинобудування,

*кафедра електронного машинобудування,

** Національний технічний університет України “КПІ”,

кафедра лазерної технології, конструювання машин та матеріалознавства

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДОВГОМІРНИХ ВИРОБІВ

© Кусий Я.М., Топільницький В.Г., Котляров В.П., 2008

Розроблено метод вібраційно-відцентрового оброблення, який можна використовувати під час виготовлення та відновлення довгомірних циліндричних виробів типу торсійних валів, гідроциліндрів тощо. Наведено принципову схему та описано принцип роботи електромагнітного вібраційно-відцентрового зміцнювача.

Vibrational – centrifugal hardening’s (VCH) method of long-sized cylindrical details is suggested. The principle diagrams of the hardening instrument with an electromagnetic drive and mechanisms for embodying a vibratory-centrifugal strengthening treatment is described.

Постановка проблеми. Характерною особливістю розвитку сучасної техніки є зростання вимог до параметрів точності та якості виконавчих поверхонь складових елементів машин і механізмів, що формують їхні експлуатаційні характеристики на стадії виробництва життєвого циклу машини під час реалізації конструкторської та технологічної підготовки виробництва. Забезпечення функціональних можливостей довгомірних стрижневих виробів (рис. 1) в умовах зменшення їх жорсткості за рахунок зниження металоемності, маси промислової продукції вимагає безперервного вдосконалення технології виготовлення та ремонту циліндричних виробів значної довжини з метою підвищення їх експлуатаційного ресурсу і забезпечення надійності [1–4].

Аналіз технологічних процесів виготовлення виробів свідчить, що формування їх експлуатаційних (функціональних) характеристик (міцності, твердості, зносостійкості тощо) відбувається в основному на фінішних і оздоблювально-вікінчувальних технологічних операціях. Під час експлуатації в умовах зростання швидкостей взаємних переміщень контактуючих поверхонь, несприятливого впливу температури, попадання абразиву відбувається процес зношування виробів, що у разі несвоєчасного виконання технічного обслуговування та планових ремонтів може спричинити вихід машини з ладу. Своєю чергою якісний ремонт деталей машин без технічної оснащення ремонтних підприємств виконувати надзвичайно складно. Тому важливим завданням для відновлення ресурсу виробів, підвищення їх довговічності та забезпечення надійності є вдосконалення існуючих і розроблення нових прогресивних технологій ремонту, раціональний вибір структури технологічного процесу капітального ремонту деталей машин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З курсів матеріалознавства та теорії конструкційних матеріалів відомо, що зародження втомної тріщини та її подальше прогресуюче зростання, як правило, відбувається у приповерхневому шарі виробу. Тому для покращання експлуатаційних характеристик деталей машин необхідно використовувати такі технології, які дають змогу покращити фізико-механічні характеристики поверхневого шару та звести до мінімуму негативний вплив концентраторів напружень. Існують десятки технологічних методів забезпечення функціональних властивостей матеріалу поверхневого шару, але найефективнішими з погляду забезпечення бажаних експлуатаційних характеристик, на думку багатьох вчених, можна вважати методи поверхневого пластичного деформування (ППД).

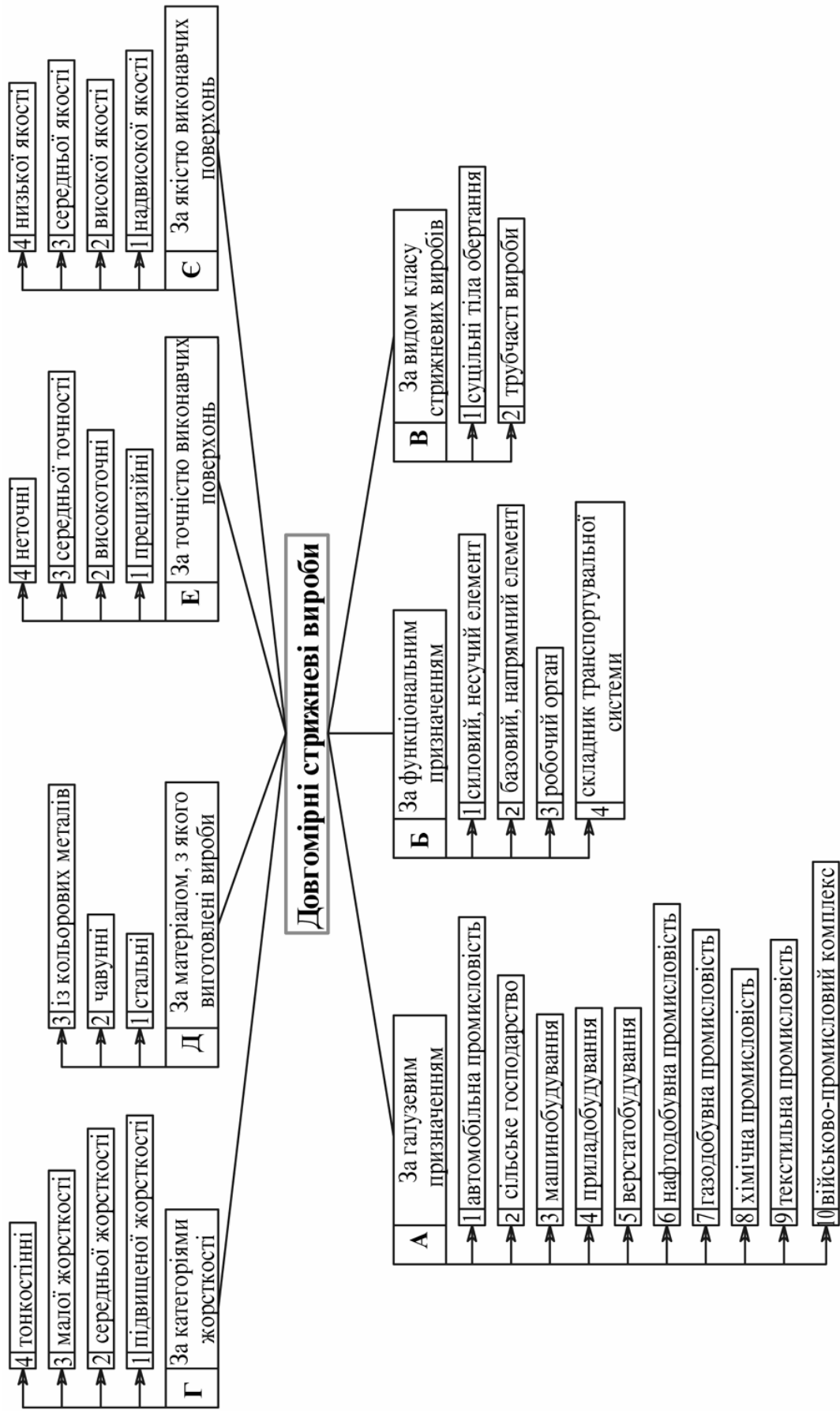


Рис.1. Комплексна класифікація довгомірних стрижневих виробів

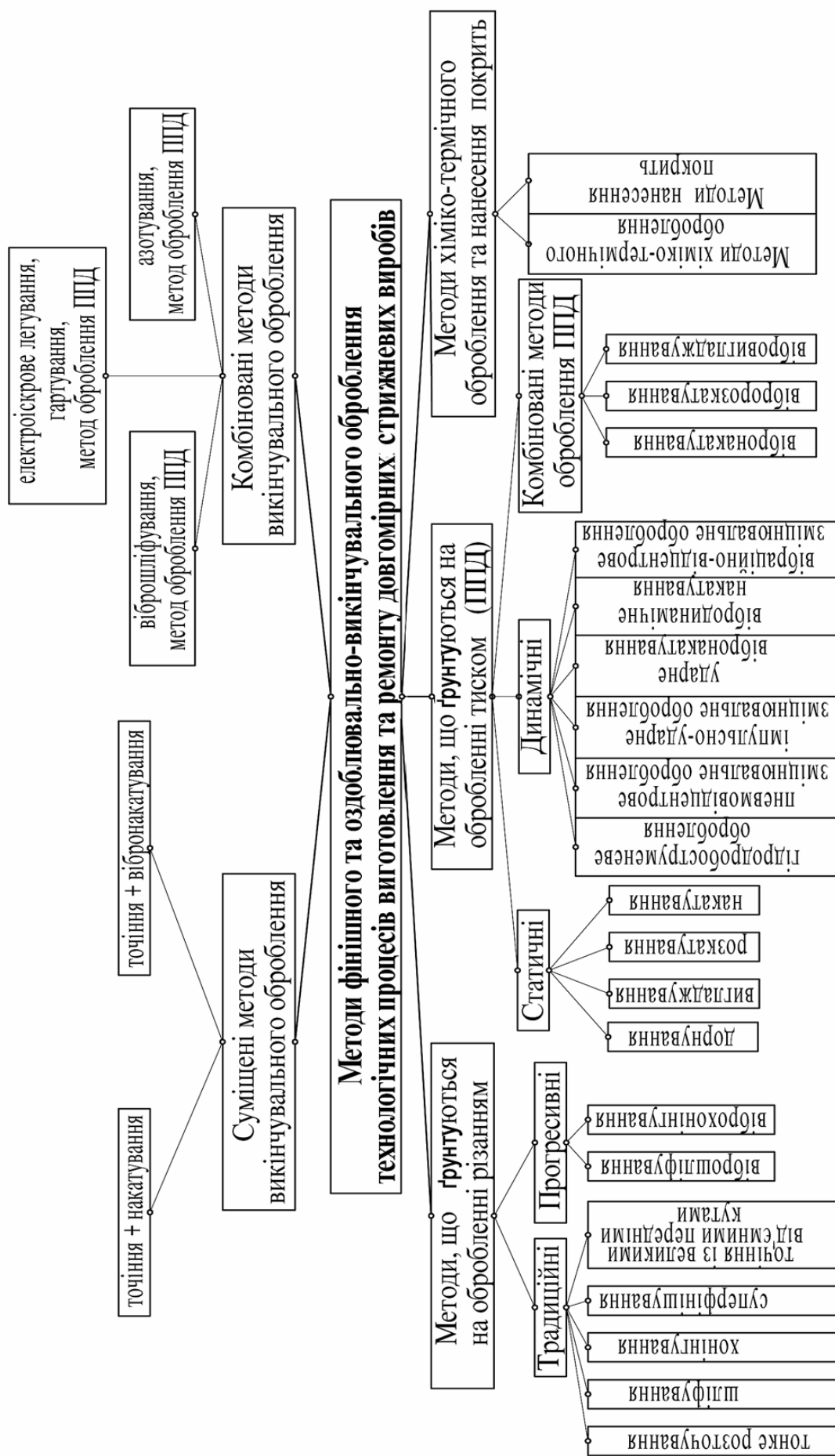


Рис. 2. Класифікація методів фінішного та оздоблювально-викінчувального оброблення довгомірних стрижневих виробів

Оздоблювальню-викінчувальнюму обробленню та відновленню поверхонь деталей машин, зокрема і ППД, присвячені роботи вітчизняних і зарубіжних вчених і науковців, як-от: І.В. Кудрявцев, Д.Д. Папшев, В.В. Петросов, П.І. Ящеріцин, Ю.Г. Шнейдер, М.В. Олійник, І.С. Афтаназів, П.О. Киричок та інші.

Однак універсального методу, однаково ефективного для зміцнення та відновлення поверхонь виробів, зокрема і довгомірних стрижневих, не існує. Запропонована авторами статті класифікація методів оздоблювальню-викінчувальнюго оброблення технологічних процесів виготовлення та ремонту довгомірних стрижневих виробів показана на рис. 2.

Формування мікрорельєфу поверхневих шарів довгомірних стрижневих виробів традиційними методами оброблення різанням характеризується нестабільністю процесу пластичного деформування оброблюваного матеріалу в зоні контактування його з деформуючим елементом інструменту та неоднорідністю процесу відокремлення стружки від загальної маси металу, що супроводжуються зародженням первинних мікротріщин та обмеженою можливістю забезпечення експлуатаційних характеристик виробів. Однак під час ремонту гідроциліндрів шліфувальних верстатів на вітчизняних ремонтних підприємствах геометрію отвору відновлюють саме під час використання різання, а саме, шліфуванням на токарному верстаті за допомогою подовженого шліфувального шпинделя із подальшим доведенням притиром або розточуванням отвору на токарному верстаті плаваючим різцем і доведенням спеціальним притиром.

Особливістю методів хіміко-термічного оброблення та нанесення покритть широкої номенклатури виробів машинобудування та довгомірних циліндричних деталей є значні енерговитрати, довготривалість оброблення, складність використовуваного обладнання та найбільша енергомісткість з-поміж усіх технологій, яка сягає 20–120 кВт/год на 1 кг зміцнюваних виробів [3].

З-поміж методів ППД заслуговують на увагу методи динамічного зміцнення, що мають переваги порівняно із методами статичного зміцнення за рахунок ударної дії на оброблювану поверхню робочих тіл або інструментів. Локальний короточасний вплив на мікронерівності в різних напрямках за рахунок зміни кінетичної енергії деформуючих елементів в умовах постійної зміни напрямку руху, згідно з дислокаційною теорією, сприяє збільшенню кількості площин ковзання в блоках у різних напрямках і зменшенню, тим самим, опору розвитку джерел деформації, що істотно зменшує силу, необхідну для здійснення процесу поверхневого пластичного деформування матеріалів [1].

Доволі ефективно зарекомендували себе методи динамічного зміцнення та комбіновані методи ППД під час викінчувальнюго оброблення та відновленню зовнішніх циліндричних поверхонь довгомірних стрижневих виробів типу торсійних валів, штоків, валків прокатних станів тощо. Однак оброблення та відновлення внутрішніх поверхонь та сумісне оброблення й відновлення зовнішніх та внутрішніх поверхонь довгомірних виробів форми тіл обертання через складність використовуваного обладнання та його високу вартість, значні витрати енергетичних ресурсів, недостатню жорсткість інструменту та обмежену можливість забезпечення параметрів якості є доволі проблематичним.

Формулювання мети статті. Метою публікації є ознайомлення науковців та працівників ремонтних підприємств із сучасними технологіями зміцнення та відновлення зовнішніх і внутрішніх (важкодоступних) поверхонь довгомірних стрижневих виробів.

Виклад основного матеріалу. У Національному університеті “Львівська політехніка” під керівництвом проф. І.С. Афтаназіва розроблений метод вібраційно-відцентрового зміцнення (ВВЗ) довгомірних деталей форми тіл обертання. ВВЗ завдяки ударно-контактній взаємодії зміцнювальнюго інструменту із оброблюваною поверхнею деталі зараховують до групи методів динамічного зміцнення. Переваги цього методу полягають у забезпеченню високого рівня енергії деформування, високій продуктивності, простоті, надійності, компактності та універсальності зміцнювальних пристроїв, можливості якісного оброблення внутрішніх поверхонь довгомірних циліндричних деталей. Особливо ефективно ВВЗ для зміцнення деталей, які піддаються під час експлуатації знакозмінним циклічним навантаженням [5, 6].

Зміцнювальні пристрої для оброблення довгомірних стрижневих виробів методом ВВЗ звичайно містять привід, ударну систему та допоміжні елементи. З погляду мінімальної енергомісткості та компактності сьогодні найперспективнішими вважають конструкції зміцнювальних пристроїв із електромагнітним приводом та пружною системою.

Принципова схема вібраційно-відцентрової головки із спеціальним спорядженням для відновлення внутрішньої поверхні гідроциліндра шліфувального верстата зображена на рис. 3.

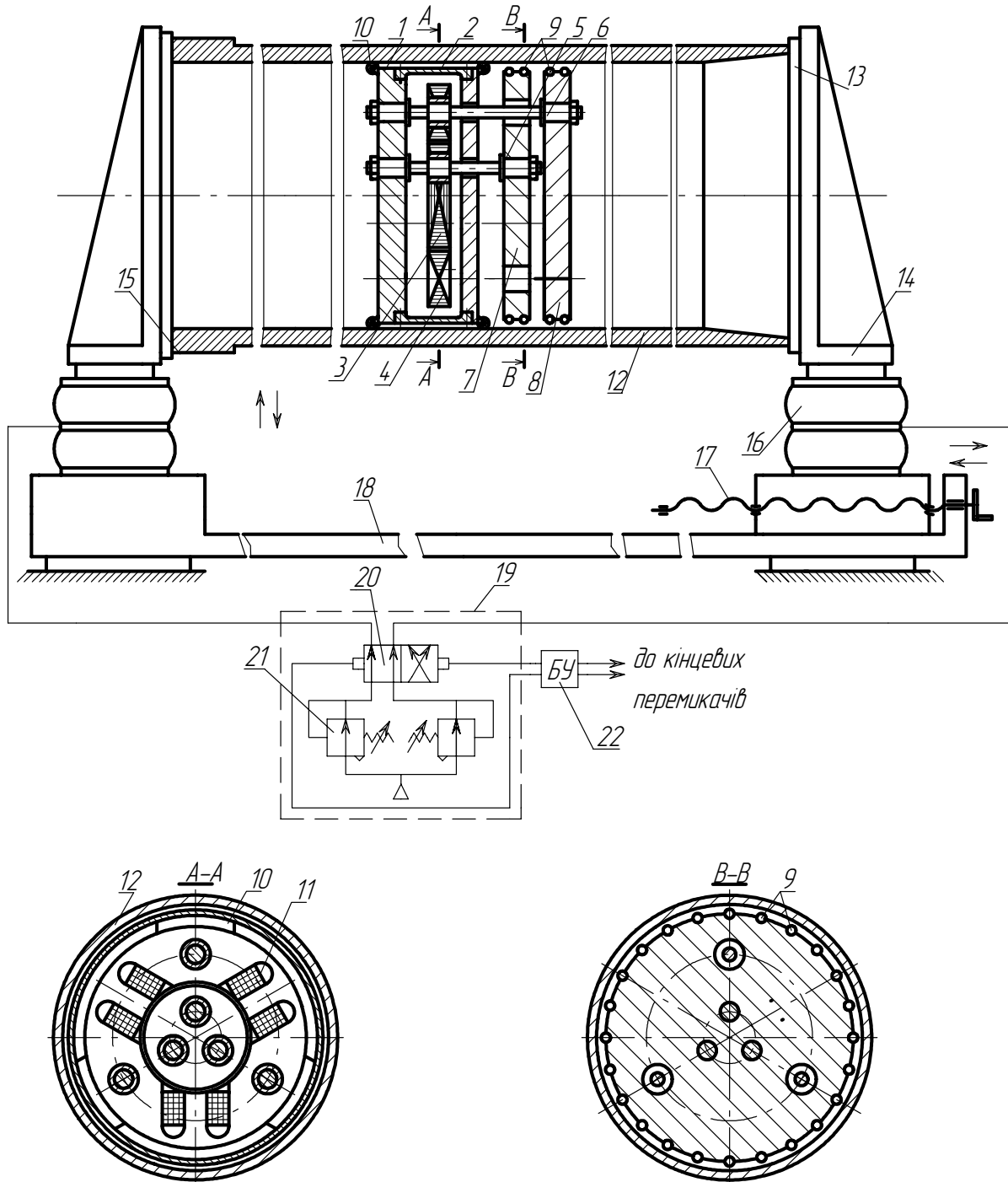


Рис. 3. Принципова схема пристрою з електромагнітним приводом та пружною системою для зміцнення внутрішньої поверхні довгомірного стрижневого виробу:

- 1 – основа; 2 – захисний кожух; 3 – якор; 4 – статор; 5, 6 – торсіони; 7, 8 – диски-сепаратори; 9 – деформівні тіла (кульки); 10 – напрямні ролики; 11 – електромагніти; 12 – оброблювана деталь; 13 – затискний механізм; 14 – права платформа; 15 – ліва платформа; 16 – пневмобалон; 17 – ходовий гвинт; 18 – рама; 19 – командоапарат; 20 – пневмоелектрозолотник; 21 – регулятор тиску; 22 – блок керування пневмоелектрозолотником

Гідроциліндри шліфувальних верстатів, що працюють з тиском до 3 МПа, допускають пропускання оливи між стінками циліндра і поверхнею поршня в кількості до 500 см³/хв. У зв'язку з цим допускається зазор 0,03–0,05 мм на діаметр циліндра під час використання поршня з манжетами або поршня із ущільнювальними кільцями [7]. З огляду на це, у разі використання методу ВВЗ у такому разі не потрібно спеціального припуску під оброблення. Оброблення поверхневих шарів виробів відбувається шляхом передачі енергії від складників електромагнітного приводу (якоря 3 та статора 4) до виконавчих органів зміцнювальних пристроїв за допомогою елементів пружних систем – торсіонів 5, 6, причому відповідні пружні системи, що приєднані до основи 1, налагоджені у біларезонансний режим роботи. Виконавчі органи зміцнювальних пристроїв виконані у вигляді дисків-сепараторів 7, 8, по бігових доріжках яких переміщуються деформівні тіла – кульки 9, починають здійснювати коливально-обкатні рухи, які супроводжуються ударами по оброблюваній поверхні 12 виробу виступаючими деформівними тілами. Контактуювання поверхневого шару деталі із виконавчим органом зміцнювального пристрою через незначну кількість деформівних елементів спричиняє поверхневе деформування та нагартування виробу. За рахунок розташування платформ 14, 15 на пневмобалонах 16 на різних рівнях щодо горизонту, пристрій під дією сили тяжіння переміщується на напрямних роликах 10 вздовж твірної оброблюваної поверхні 12 до платформи, яка в цей момент розміщена нижче. Дія пристрою на кінцевий перемикач командоапарата приводить до зміни тиску в пневмобалонах 16, до зміни на протилежний кут нахилу оброблюваної деталі і, в підсумку, до переміщення пристрою до протилежної платформи. Товщину зміцненого шару, ступінь нагартування і рівномірність зміцнення регулюють зміною амплітуди коливань, швидкістю руху та кількістю повторних переміщень вздовж оброблюваних поверхонь.

Висновки. Пристрої з електромагнітним приводом та пружною системою, завдяки своїм перевагам (забезпечення високого рівня енергії деформування, придатність для оброблення різних за довжиною деталей, простота та надійність конструкції зміцнювача, можливість якісного оброблення внутрішніх поверхонь довгомірних циліндричних деталей), можна застосовувати для відновлення виконавчих поверхонь торсійних валів, штоків, гідроциліндрів, бурових та обсадних труб, труб високого тиску тощо із значним економічним ефектом.

Результати виконаних нами експериментальних досліджень свідчать, що під час поверхневого оброблення електромагнітними вібраційно-відцентровими пристроями мікротвердість поверхневого шару сталевих виробів підвищується на 24–52 % , товщина зміцненого шару становить 0,3–0,6 мм, причому зерна верхньої частини пластично деформованого шару кристалічної ґратки оброблюваних зразків набувають визначеної просторової орієнтації у напрямку силової дії інструменту, компенсуючи шкідливий вплив концентраторів напруг [5, 6].

1. Ящерицын П.И., Минаков А.П. Упрочняющая обработка нежестких деталей в машиностроении. – Минск: Наука и техника, 1986. – 215 с. 2. Хворостухин Л.А., Шишкин С.В., Ковалев И.П., Ишмаков Р.А. Повышение несущей способности деталей машин поверхностным упрочнением. – М.: Машиностроение, 1988. – 144 с. 3. Ляшенко Б.А., Клименко С.А. Тенденции развития упрочняющей поверхностной обработки и положение в Украине // Сучасне машинобудування. – 1999. – № 1. – С. 94–104. 4. Шнейдер Ю.Г. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микро-рельефом. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1982. – 248 с. 5. Афтаназів І.С., Кусий Я.М. Пристрій з електромагнітним приводом для зміцнення зовнішніх поверхонь довгомірних деталей // Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні і приладобудуванні. – 1999. – № 359. – С. 36–41. 6. Афтаназів І.С., Кусий Я.М. Аналіз та вибір оптимальних фінішних операцій технологічного процесу виготовлення довгомірних циліндричних деталей // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2000. – № 412. – С. 3–11. 7. Пекелис Г.Д., Гельберг Б.Т. Технология ремонта металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1984. – 240 с.