

*Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Азадський університет  
Каракалтакський державний університет  
Київський національний університет технологій та дизайну  
Луцький національний технічний університет  
Національна металургійна академія України  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Одеський національний політехнічний університет  
Сумський національний аграрний університет  
Східно-Казахстанський державний технічний  
університет ім. Д. Серікбаєва  
ТОВ «НВО «ПРОМІТ»  
Українська асоціація якості  
Українська інженерно-педагогічна академія  
Університет Барода  
Університет ім. Й. Гуттенберга  
Університет «Politechnika Świętokrzyska»  
Харківський національний університет  
міського господарства ім. О. М. Бекетова  
Херсонський національний технічний університет*

## **СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО**

**Матеріали I Міжнародної науково-практичної  
конференції**

**(м. Суми, 17–20 травня 2016 року)**

**Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.**

**Суми  
Сумський державний університет  
2016**

залежності від її виду та вимог до неї, можуть бути використані як окремі методи, так і їх комбінації.

## **ИНТЕГРИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ ТОРЦЕВЫХ УПЛОТНЕНИЙ**

*Тарельник В. Б., д.т.н., проф.; Жуков А. Н., аспирант, СНАУ, г. Сумы*

Одним из самых распространенных уплотнительных элементов, широко применяемых в насосах, компрессорах и различных химических аппаратах (реакторах, мешалках и др.), является торцевое уплотнение (ТУ).

ТУ с импульсным уравниванием аксиально подвижного элемента имеет сравнительно недавнюю историю - 1974 г. Работы, направленные на поиск менее дефицитных, более дешевых но не менее надежных материалов, используемых при изготовлении бесконтактных (импульсных) торцевых уплотнений (ИТУ), являются актуальными и своевременными.

Традиционно кольца ИТУ изготавливались из силицированных графитов, что накладывало определенные ограничения на область их применения, скорость скольжения и величину уплотняемого давления. Эти материалы дороги, имеют низкую ударную прочность, подвержены растрескиванию под действием силовых и тепловых нагрузок.

Благодаря своим высоким эксплуатационным качествам, ИТУ успешно работают в высокооборотных питательных насосах атомных и тепловых электростанций. В среднем их наработка между плановыми ремонтами насосов составляет не менее 8000 ч, при этом степень износа при пути  $10^6$  км остается в пределах 1 - 2 мкм, что для узлов трения характеризуется как нулевой износ. По данным профессора Марцинковского В.А. при типичных условиях работы (давление 2,0 - 4,0 МПа, окружная скорость 40 - 60 м/с) уровень утечки составляет всего 1 - 2 л /ч.

В некоторых агрессивных средах, где применение в разъемных соединениях уплотнений из неметаллических материалов ограничено или невозможно, применяют металлические уплотнения.

Расширение области применения импульсных уплотнений в сторону повышения режимных параметров вызвало необходимость создания новых, композиционных материалов типа «основа - покрытие», сочетающих защитные свойства покрытий с механической прочностью основы.

Перспективным путем повышения износостойкости колец ИТУ может быть формирование на их рабочих поверхностях комбинированных электроэрозионных покрытий (КЭП), сочетающих в себе твердые износостойкие и мягкие антифрикционные материалы.

В предыдущих исследованиях был предложен новый способ формирования КЭП, отличающийся тем, что с целью повышения износостойкости и уменьшения шероховатости поверхности, сначала наносят слой покрытия антифрикционным легкоплавким металлом, а затем слой

покрытия из износостойкого высокотвердого металла. Для увеличения толщины КЭП, формируют в последовательности ВК8 + Cu + ВК8. Наиболее предпочтительным является КЭП, когда первый и последний слои из твердого сплава ВК8 наносят при энергии разряда  $W_u = 0,2$  Дж, а медь – 0,08 Дж. В этом случае толщина упрочненного слоя увеличивается до 30-40 мкм, микротвердость находится на уровне 8740 МПа, а сплошность составляет 100%.

На качество формируемого поверхностного слоя оказывают влияние различные параметры: технологические режимы оборудования, материалы основы и электродного материала, время обработки и т.п. В свою очередь, вышеуказанные факторы определяют такие качественные параметры поверхностного слоя, как микротвердость, глубина упрочненного слоя, шероховатость поверхности. Однако для достижения требуемых параметров точности рабочей поверхности, параметра шероховатости, необходимо применение дополнительных методов обработки, в качестве которых рассматриваются два метода финишной обработки: шлифование (ШЛ) и ультразвуковая обработка (УО) методом БУФО.

Для исследования влияния времени легирования на качественные параметры поверхностного слоя при цементации электроэрозионным легированием (ЦЭЭЛ) использовались образцы из различных материалов: армко-железа, стали 12Х18Н10Т, сталей 30Х13 и 40Х. В качестве анода использовали углерод (графит марки ЭГ-4).

Обработка БУФО осуществлялась на базе токарно-винторезного станка 16К20 с применением магнитоэрозионного преобразователя ПМС-39 и ультразвукового генератора УЗУ-030. ЦЭЭЛ проводилась на установках «ЭИЛ-8А» и «ЭИЛ-9» при энергиях разряда 0,6; 2,6 и 4,6 Дж. Режим установки 6,8 Дж не применялся из-за больших значений шероховатости поверхности.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие **выводы:**

1. Предложен новый способ повышения износостойкости рабочих поверхностей стальных колец ИТУ, который включает нанесение на них квазимногослойных КЭП состава, сформированного в последовательности ВК8 + Cu + ВК8, при этом перед нанесением КЭП рабочие поверхности обрабатывают ЦЭЭЛ при энергии разряда в диапазоне 0,036 ... 4, 6 Дж. При этом толщина слоя повышенной твердости увеличивается на толщину ЦЭЭЛ слоя.

2. Металлографические исследования КЭП показали, что для стальных подложек наиболее предпочтительным является покрытие состава ВК8 + Cu + ВК8, когда первый и последний слои из твердого сплава ВК8 наносят при энергии разряда  $W_u = 0,1$  Дж, а медь при  $W_u = 0,04$  Дж. Микротвердость поверхностного слоя таких покрытий находится на достаточно высоком уровне ( $H_{\mu} = 6500...9600$  МПа), шероховатость низкая ( $R_a = 0,5$  мкм),

микротвердість от максимальної на поверхності плавно знижується по мере углублення до твердості основного металла.

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ДОВБАЧІВ

*Тертичний В. Ю. магістр, СумДУ, м. Суми*  
*Швець С. В., канд. техн. наук, СумДУ, м. Суми*

Наслідком науково-технічної революції в кінці минулого століття стало збільшення числа різних технічних систем і об'єму інформації; скорочення термінів створення нових машин і різних пристроїв; прискорення морального старіння останніх; різке зростання темпів проектних і конструкторських робіт; зростання об'єму проектних робіт і якості їх виконання [1]. Останніми роками об'єм проектних робіт зростає приблизно вдвідесятеро кожні 10 років. Оскільки число конструкторів такими темпами рости не може, це неминуче повинно призводити до зниження якості проектування. Вихід із такого становища – підвищення продуктивності праці.

З початку 1980-х років система автоматизованого проектування стає вже розвиненим ринковим продуктом, вирізняється тільки її притаманними складовими [2]. Системи, що реалізують автоматизоване проектування (в англійській мові називаються CADSystem – ComputerAidedDesignSystem), САПР належать до числа найбільш складних сучасних програмних систем, заснованих на операційних системах Unix, Windows, мовах програмування C, C++, Java і інших, сучасних CASE технологіях, реляційних і об'єктно-орієнтованих системах керування базами даних (СКБД), стандартах відкритих систем і обміну даними в комп'ютерних середовищах

Головна складність полягає у тому, що деякі етапи проектування довбача належать до «евристичних». А усі інтелектуальні, творчі і винахідницькі види діяльності практично не піддаються алгоритмізації і, отже, автоматизації. Через неможливість автоматизувати увесь процес проектування, автоматизовані його частини. Основні параметри конструкції довбача задані дискретно [3], що обмежує процес автоматизації. Виникла необхідність заміни дискретних функцій  $f(x)$  іншими функціями  $\varphi(x)$ , апроксимуючою. Розроблені алгоритм і програма розрахунків конструктивних параметрів різальної частини довбача. Створені аналітичні залежності для перевірки його конструкції: залежність товщини зуба довбача на вершині від величини зсуву вихідного контура та кількості зубів довбача; залежність інтерференції профілів зубів нарізаного і парного коліс від кількості зубів, діаметра ділильного кола довбача та коефіцієнта корекції.

### Список літератури

1. Панкратов Ю. М. САПР режущих инструментов / Ю. М. Панкратов – С.: Лань, 2013. — 336 с.