



УДК 629.01

В. Б. Гулевський, к.т.н.

ORCID: 0000-0003-1434-9724

Ю. О. Постол, к.т.н.

ORCID: 0000-0002-0749-3771

В. В. Мигуля

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

E-mail: vadym.hulevskyi@tsatu.edu.ua

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ЗМАЩУВАЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН

Анотація. Змащувально-охолоджувальні рідини (ЗОР) – технічні рідини, як правило, складні багатокомпонентні системи, призначені в основному для змащування й охолодження металообробних інструментів і деталей, сприяють зниженню зносу інструментів і підвищенню точності оброблюваних деталей (у процесі обробки матеріалів, охолоджуючі рідини виконують, крім того, ряд інших функцій: змивають абразивний пилю і стружку, захищають від корозії оброблювані деталі, інструмент і обладнання, покращують санітарно-гігієнічні умови праці). Застосовуючи нові прогресивні склади ЗОР і сучасні способи їх подачі (гідро аеродинамічні, напірно-струминні, ступінчасті), можна значно зменшити висоту мікрорівномірностей шліфувальної поверхні в результаті поліпшення умов взаємодії зерен шліфувального круга з деталлю, зниження контактної температури в зоні шліфування, усунення вібрацій тощо [1-3].

Однією з основних причин, що впливають на якість шліфованих поверхонь деталі або заготовки, є забруднення ЗОР [3, 4]. Забруднення може відбуватися при подачі, зберіганні, заливці їх в гідросистему, експлуатації, а також внаслідок розпаду самої рідини. Джерелами забруднення можуть бути: неабразивний осад - він забиває щілини фільтрів, кислоти, що роз'їдають поверхню гідрообладнання, шлак засмічує рідини, вода емульгує змащувально-охолоджувальні рідини, частки металу є каталізаторами розкладання та окислення; пісок утворює абразивне середовище.

В даний час застосовуються способи очищення, вартість яких і витрати на обслуговування безперервно зростають у міру ускладнення верстатного обладнання, появи нових прогресивних технологій, збільшення вимог якості продукції, що випускається. Стабільність



чистоти ЗОР залежить від надійності роботи пристроїв, які здійснюють очищення рідини від шліфувального шламу.

Тому актуальним завданням є вдосконалення процесів очищення забруднених змащувально-охолоджувальних рідин, а також розробка систем з високим ступенем очищення.

Ключові слова: змащувально-охолоджувальні рідини, очищення, відновлення, проектування системи керування, система автоматизованого проектування.

Постановка проблеми. Вибір технологічної схеми очищення та регенерації ЗОР – одна із складних та відповідальних операцій. При цьому слід враховувати всі фізико-хімічні та мікробіологічні особливості водних емульсій, а також правильно вибрати подальший напрямок використання ЗОР після очищення чи регенерації, оскільки це визначає економічні та матеріальні витрати на певних операціях [5].

У системах очищення ЗОР винаходять нові, більш екологічні та ефективні способи видалення забруднень, з'являються нові матеріали для фільтрів, удосконалюється насосне обладнання, запірна арматура, тощо [5-8].

Організація очищення ЗОР на ремонтних підприємствах може проводитись за двома основними напрямками:

- централізоване очищення на великих ремонтних заводах та ремонтних цехах. Централізований пункт регенерації забезпечується відпрацьованими ЗОР, що надходять безпосередньо від верстатів;
- децентралізована (індивідуальна) регенерація, що здійснюється безпосередньо на верстатах ремонтних підприємств.

На рисунку 1 представлено схему централізованого очищення ЗОР. Схема передбачає 2-ступеневу очистку шляхом відстоювання та флотації.

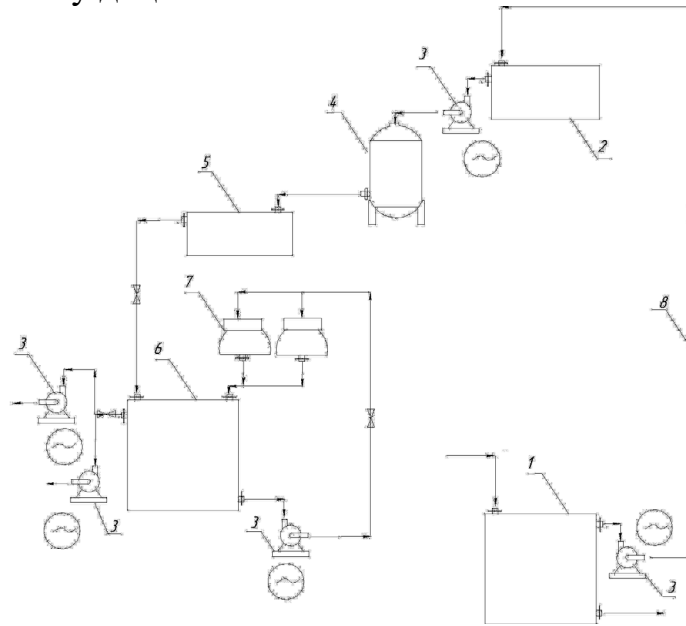
На рисунку 2 представлена схема децентралізованого (індивідуального) очищення ЗОР.

Щодо якості, контролю, досконалості методів очищення централізована система має явні переваги перед децентралізованою.

Однак ця система має і суттєві недоліки, такі як необхідність транспортування ЗОР, як забруднених, так і очищених, на значні відстані. Також забруднення ЗОР сторонніми домішками, наприклад консистенційними мастилами, мийними матеріалами тощо, ускладнює очищення навіть при використанні методів глибокого очищення.

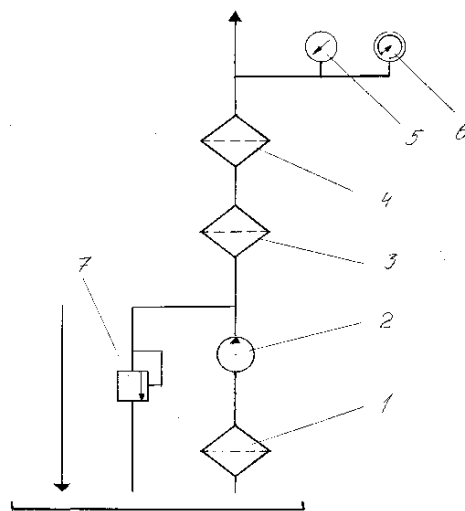
Технологічним процесом очищення ЗОР на ремонтних підприємствах може керувати система керування. Така система, що реалізує оптимальний варіант керування повинна мати властивість функційності, тобто в цілому забезпечувати оптимальний перебіг процесу або роботу установки в автоматичному чи автоматизованому

режимі й економічну доцільність.



1 – горизонтальний відстійник; 2 – напірний бак; 3 – насос для ЗОР; 4 – проміжний бак; 5 – флотатор; 6 – збірка для ЗОР після флотації; 7 – фільтр; 8 – система трубопроводів.

Рисунок 1. Схема централізованого очищення ЗОР



1 – приймальний сітчастий фільтр; 2 – насос; 3,4 – магнітні фільтри; 5 – манометр; 6 – реле тиску; 7 – зворотний клапан.

Рисунок 2. Схема індивідуальної системи очищення ЗОР

На стадії проектування системи керування технологічним процесом важливо мати можливість створити схему електричну принципову, яка дає найповніше уявлення про склад і принцип роботи і визначає повний склад приборів, апаратів і пристроїв (а також зв'язків між ними), дія яких забезпечує вирішення задач керування, регулювання, захисту, вимірювання і сигналізації.



Це завдання вимагає застосування вузлових елементів схеми шляхом підбору силової та комутаційної апаратури. Вибір, як правило, здійснюється за заданим набором придатних елементів промислового виробництва і типових схем. Велика номенклатура існуючого електрообладнання здатна вирішити практично всі завдання технологічного процесу відновлення.

В даний час основним підходом до розробки схеми є суб'єктивні знання і досвід проєктувальника, які завжди характеризуються незавершеністю і фрагментарністю, що впливає на якість проєктованої системи. Тому в процесі розробки виникає необхідність перевірити правильність проєктних рішень.

Аналіз останніх досліджень. Одним із шляхів зміни існуючих підходів до розробки системи керування технологічним процесом очищення ЗОР є використання систем автоматизованого проєктування (САПР). САПР програми для енергетиків займають особливе становище серед інших продуктів, оскільки представляють прогресивні індустриальні технології, безпосередньо спрямовані на найбільш стратегічні галузі виробництва [9].

Застосування комплексних систем автоматизації з використанням сучасної обчислювальної техніки значно підвищує ефективність проєктування очисних систем, мінімізує ймовірність виникнення різноманітних аварійних ситуацій.

На сьогоднішній день досить багато пропозицій програмного забезпечення САПР від різних розробників, яке дозволяє інженерам вирішувати як досить загальні, так і спеціалізовані завдання [10]. САПР здатні реалізувати технологію наскрізного циклу підготовки та виготовлення складних промислових конструкцій, складання креслень та іншої супровідної документації. Багато програм включають різноманітну базу, готові макети, які потрібно лише доповнити. Усі елементи, що знаходяться у бібліотеці, відповідають стандартам ЄСКД.

Використання найскладніших систем не завжди доцільно через високі вимоги до інформаційних ресурсів необхідних для їх функціонування. Тому існує багато систем низького рівня, які виконують операції, що належать до процесу розробки.

Формулювання мети статті. Метою статті є визначення можливостей проєктування систем очищення забруднених зм'ячувально-охолоджувальних рідин з використанням програмного забезпечення систем автоматизованого проєктування.

Основна частина. Симулятор PC_SIMU є однією з найбільш часто використовуваних технічними фахівцями програм для моделювання різних технологічних процесів. Крім можливості моделювати електричні та електромеханічні схеми, існують різні елементи для створення простого двовимірного процесу.

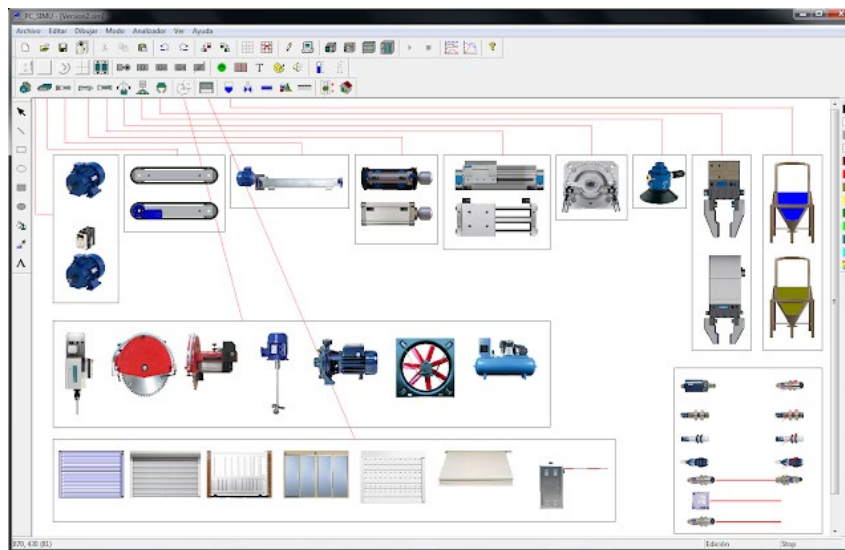


Рисунок 3. Симулятор PC_SIMU

Програма дозволяє спроектувати промислову установку, яка включає велику кількість елементів, як електричних, так і механічних і навіть пневматичних, для повного моделювання простих промислових процесів. У програмі є кілька об'єктів, які вже налаштовані раніше, для цього просто потрібно звернутися до входів/виходів.

Деякі елементи, які можливо включити, це перемикачі, кнопки, селектори, клавіатури, попередні селектори, кінцеві вимикачі, датчики наближення, інфрачервоні бар'єри, світлодіоди, дисплеї, двигуни, конвеєрні стрічки, циліндри або бункери для рідин і твердих речовин, труби тощо. Щоб вибрати об'єкт, просто необхідно активувати відповідну кнопку на панелі інструментів і розмістити його в робочій області.

Для завершення креслення для моделювання доступні такі об'єкти креслення, як лінії, прямокутники, еліпси тощо. які не можна розглядати як входи/виходи. Мета полягає в тому, щоб включити деякі елементарні графічні функції для покращення зовнішнього вигляду.

Програмне забезпечення CADe_SIMU [11] призначене для проектування та моделювання електричних кіл. CADe_SIMU — це дуже легке програмне забезпечення (близько 5 МБ), здатне імітувати електричні схеми керування, які можна запрограмувати для виконання різноманітних завдань автоматизації, налаштованих відповідно до потреб технологічного процесу.

Використання CADe_SIMU спільно з PC_SIMU дозволяє розширити можливості моделювання, де технічні елементи можуть взаємодіяти зі схемою керування.

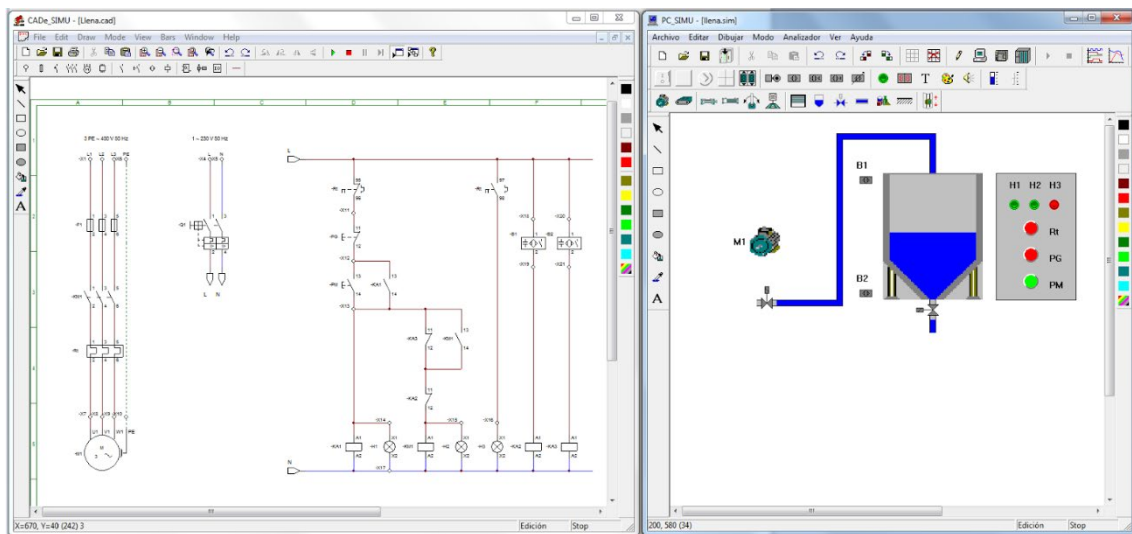


Рисунок 4. CADE_SIMU спільно з PC_SIMU

Висновки. Через відсутність сучасних технологій у технологічному процесі ремонту деталей автомобіля підприємства відстають у своєму розвитку та стають нездатними випускати конкурентоспроможну продукцію.

У такій ситуації одним із найбільш ефективних напрямів удосконалення процесів очищення забруднених змащувально-охолоджувальних рідин, а також розробка систем з високим ступенем очищення є впровадження сучасних САПР.

На підставі проведеного аналізу можна сформулювати перспективи використання програмного забезпечення CADE_SIMU спільно з PC_SIMU для вирішення завдань удосконалення систем очищення.

Список використаних джерел

1. Lodhi APS, Kumar D (2020) Natural ingredients based environmental friendly metalworking fluid with superior lubricity. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp A* 613:126071. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.126071>
2. Nadolny K., Kieraś S., Sutowski P. Modern Approach to Delivery Coolants, Lubricants and Antiadhesives in the Environmentally Friendly Grinding Processes. *Int. J. of Precis. Eng. and Manuf.-Green Tech.* 8, 639–663 (2021). <https://doi.org/10.1007/s40684-020-00270-y>
3. Гулевский В. Б, Кузнецов И. О., Кузнецова А. В. Особенности ремонта деталей автомобилей. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2013. Вип. 13, т.5. С. 135-139. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/9850>
4. Просвірнін В. І., Гулевський В. Б., Савченков Б. В. Аналіз забруднень мастильно-охолоджувальних рідин при відновленні деталей транспортної техніки // *Вісник ХНТУСГ.* Харків, 2008. Вип. 69.



C. 162-167. <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/5106>

5. Zhang T, Ruan JK, Cheng W. Research Progress of Cutting Fluid Wastewater Treatment Technology. *Chin J Environ Eng.* 2020;14(09): 2362–2377.

6. Гулевський, В., Постол, Ю., Яценко, В. (2019). Удосконалення конструкції електромагнітного відстійника для очищення технічних рідин від механічних домішок. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*, 19(3), 163-168. Retrieved із <https://oj.tsatu.edu.ua/index.php/pratsi/article/view/253>

7. Zhang Q, Yu CJ, Fang J, Xu HY, Jiang QL, Yang SK, Wang WK (2017) Using the Combined Fenton-MBR Process to Treat Cutting Fluid Wastewater. *Pol J Environ Stud* 26(3):1375–1383. <https://doi.org/10.15244/pjoes/68229>

8. Ma S, Kim K, Huh J, Kim DE, Lee S, Hong Y (2018) Regeneration and purification of water-soluble cutting fluid through ozone treatment using an air dielectric barrier discharge. *Sep Purif Technol* 199:289–297

9. Venkata Rao, R. (2011). *Advanced modeling and optimization of manufacturing processes: international research and development*, Springer, London.

10. What is CAD (Computer Aided Design)? Definition, Types, and Applications веб-сайт. URL: <https://www.spiceworks.com/tech/devops/articles/what-is-cad/> (дата звернення: 27.03.2023).

11. July Andrea, Gomez Camperos, Haidee Yulady Jaramillo, Sir Alexci Suárez Castrillón. Cade Simu As A Simulation And Learning Tool For Programmable Logic Controllers. *Journal of Positive Psychology & Wellbeing* 2023, Vol. 7, No. 1, 919–926. URL: <https://journalppw.com/index.php/jppw/article/view/15780>

Стаття надійшла до редакції 28.03.2023 р.

V. Hulevskyi, Y. Postol, O. Kovalev, V. Myhulia
Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF AUTOMATED DESIGN OF LUBRICATING-COOLING FLUIDS CLEANING SYSTEMS

Summary

Lubricating-cooling fluids (LCF) are technical fluids, as a rule, complex multi-component systems, designed mainly for lubrication and cooling of metalworking tools and parts, contribute to reducing tool wear and increasing the accuracy of processed parts (in the process of processing materials, coolants perform, in addition to in addition, a



number of other functions: wash away abrasive dust and shavings, protect processed parts, tools and equipment from corrosion, improve sanitary and hygienic working conditions). Using new progressive compositions of lubricating and cooling liquids and modern methods of their supply (hydro-aerodynamic, pressure-jet, stepped), it is possible to significantly reduce the height of micro-uniformities of the polished surface as a result of improving the conditions of interaction between the grains of the grinding wheel and the part, reducing the contact temperature in the grinding zone, eliminating vibrations, etc.

It is known that great difficulties arise in the abrasive treatment of parts restored by surfacing, spraying, and other metal surfacing methods. These difficulties are due to the uneven allowances, the instability of the properties of the deposited metal and other factors that worsen the working conditions of the abrasive tool. At the same time, one of the main reasons affecting the quality of the restored surfaces of the part is the level of contamination of lubricating and cutting fluid with mechanical impurities. One of the main reasons affecting the quality of polished surfaces of a part or workpiece is the contamination of lubricating and cooling fluids.

Contamination can occur during supply, storage, pouring them into the hydraulic system, operation, as well as due to the breakdown of the liquid itself. The sources of pollution can be: non-abrasive sediment - it clogs filter slots, acids that corrode the surface of hydraulic equipment, slag clogs fluids, water emulsifies lubricating and cooling fluids, metal particles are catalysts for decomposition and oxidation; sand forms an abrasive environment.

The stability of the purity of lubricating and cooling fluids depends on the reliability of cleaners that clean the fluid from grinding sediment. Currently, cleaning methods are used, the cost of which and maintenance costs are continuously increasing as machine equipment becomes more complicated, new advanced technologies appear, and the requirements for the quality of manufactured products increase.

Therefore, it is urgent to improve the processes of cleaning contaminated lubricating and cooling liquids, as well as to develop systems with a high degree of cleaning.

Key words: lubricating-cooling fluids, cleaning, restoration, control system design, automated design system