

УДК 621.873

## Аналіз засобів різання ґрунтів просторово-орієнтованими ножами динамічної дії землерийних машин

Володимир Рашківський<sup>1</sup>, Богдан Федишин<sup>2</sup>

Київський національний університет будівництва і архітектури,  
Повітрофлотський проспект 31, Київ, Україна,  
<sup>1</sup>[rashkyvsky@gmail.com](mailto:rashkyvsky@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-5369-6676>  
<sup>2</sup>[fedyshyn\\_bm@knuba.edu.ua](mailto:fedyshyn_bm@knuba.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0000-0000-0001>

Received: 29.09.2020; Accepted: 09.11.2020  
<https://doi.org/10.32347/gbdmm2020.96.0401>

**Анотація.** Використовуючи джерела патентної документації проведено патентний пошук з метою визначення актуальності проблеми різання ґрунтів просторово-орієнтованими ножами при роботі землерийних машин та подальшого аналізу запропонованих технічних рішень. У результаті дослідження встановлено, що тема зберігає постійну актуальність на розглянутому часовому проміжку. Встановлено, що даним напрямком займалися різні типи осіб: приватні особи, науково-освітні установи, науково-дослідні інститути та організації-виробники обладнання, зокрема компанії Caterpillar, Komatsu та John Deere, що свідчить про актуальність та важливість даної проблеми. Дослідження різання ґрунтів просторово-орієнтованими ножами динамічної дії є актуальним для досягнення зменшення енергоємності процесу різання ґрунтів. Запропонований напрямок дослідження є продовженням наукових шкіл кафедри будівельних машин КНУБА, а саме, динамічного різання та створення різальних елементів землерийних машин з просторовим орієнтуванням.

**Ключові слова:** бульдозер, відвал, ножі відвалу, просторово-орієнтовані.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Використовуючи джерела патентної документації провести пошук та аналіз технічних рішень проблеми різання ґрунтів просторово-орієнтованими ножами динамічної дії при роботі землерийних машин. На основі результатів пошуку визначити актуальність даної проблеми.

### АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналітичне дослідження технічних рішень для різання ґрунтів просторово-орієнтованими ножами динамічної дії проведено на основі патентного пошуку з країн близького зарубіжжя за період із 1990 по 2020 рр.

### МЕТА РОБОТИ

Метою дослідження є визначення актуальності та тенденцій вирішення проблеми низької енергоємності різання ґрунтів, а саме за рахунок просторової орієнтації різальних елементів землерийних машин та їх примусової активізації.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основним напрямом зниження енергоємності виконання планувальних робіт та робіт із розробки верхнього шару ґрунту і його переміщення на будівельних об'єктах є використання землерийної машини з відвальним робочим обладнанням.

Відвал – це навісне обладнання для бульдозерів, тракторів, автогрейдерів, навантажувачів і автомобілів, яке використовується для розробки ґрунтів, снігоприбиральних та інших робіт (Рис. 1) [1]. Здебільшого відвал являє собою зварну металеву конструкцію коробчастого перерізу. Вздовж нижньої крайки відвала прикріплені ножі. З обох боків відвала приварені біч-

ні пластини, призначені для запобігання розсипанню переміщуваного матеріалу. За допомогою відвала машина може переміщувати великі обсяги вантажу за один цикл роботи, але, на відміну від ковшів, відвали непридатні для вантаження ґрунту на транспортні засоби.



**Рис. 1.** Колісний бульдозер із відвальним обладнанням

**Fig. 1.** Wheeled bulldozer with blade equipment

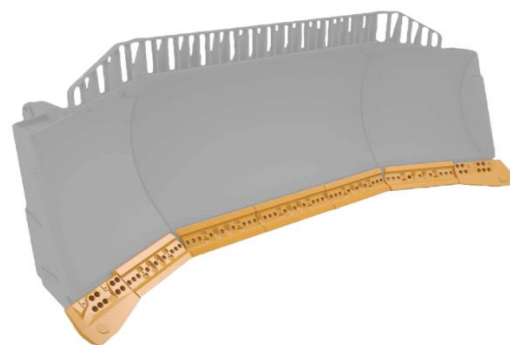
Відвали бувають поворотні та неповоротні, а також їх поділяють за формою [2]:

- Прямий відвал – короткий відвал, без бічного вигину та без бічних пластин.
- Напівсферичний відвал – відвал із меншими кутами вигину бокових частин, зі встановленими бічними пластинами або без них.
- Універсальний (сферичний) відвал–відвал із великими кутами вигину бокових частин та встановленими бічними пластинами для транспортування значної кількості матеріалу.
- Клиноподібний відвал – трикутний відвал який зрізає та відштовхує в сторони розроблюваний матеріал.

Ножі відвалу – це спеціальна ріжуча накладка яка кріпиться на робоче обладнання землерийних та інших машин.

Ножі є ріжучою кромкою відвалу і можуть бути виготовлені з різних матеріалів та встановлюватись під різними кутами (Рис. 2). Вони є замінними, оскільки, захищають відвал від зносу [2].

Для пошуку та подальшого аналізу розроблених технічних рішень проведено патентний пошук.



**Рис. 2.** Ножі відвалу

**Fig. 2.** Blade cutting edge

Для пошуку патентної документації використовувались джерела інформації із глобальної мережі інтернет:

«Google Patents» ([patents.google.com](http://patents.google.com)) [5], «Espacenet» ([espacenet.com](http://espacenet.com)) [6], «Роспатент» ([fips.ru](http://fips.ru)) [7], «База патентів України» ([uapatents.com](http://uapatents.com)) [8].

На основі джерел інформації визначимо регламент пошуку (див. табл.) [11].

**Таблиця.** Регламент пошуку

**Table.** Search regulation

Предмет пошуку	Класи за МПК	Джерела інформації
Пристосування для вирівнювання або розрівнювання	E02F 3/815	«Google Patents»: <a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a> «Espacenet»: <a href="http://espacenet.com">espacenet.com</a> «Роспатент»: <a href="http://fips.ru">fips.ru</a> «База патентів України»: <a href="http://uapatents.com">uapatents.com</a>

Згідно з міжнародною патентною класифікацією необхідна документація потрапляє до класу E02F 3/815 [12].

За результатами розгляду для подальшого аналізу було відібрано тридцять три патенти з ретроспективою пошуку в тридцять п'ять років, оскільки з 1986 року почалось патентування релевантних технічних рішень, які відповідають сучасним конструкціям. Було побудовано графік (Рис. 3) піді-

## Розподілення патентів та роком подання та кількістю

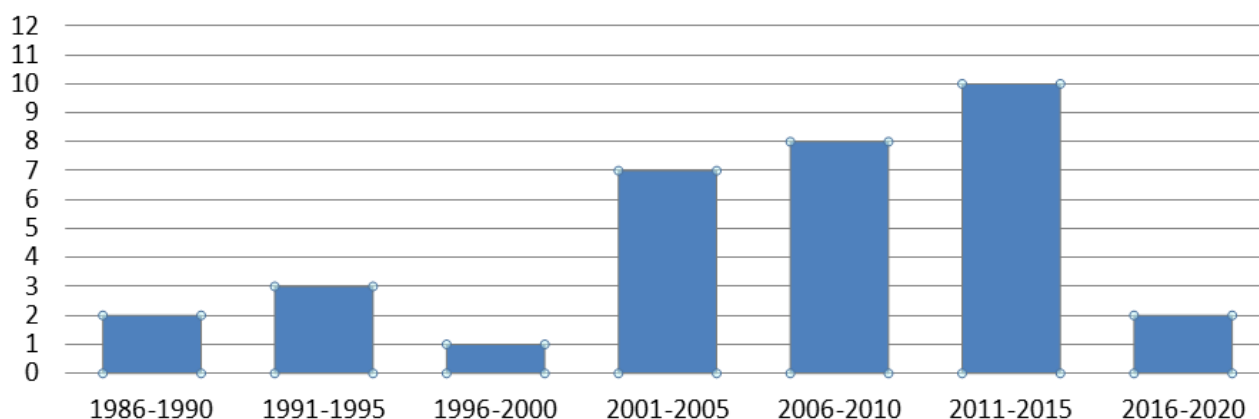


Рис. 3. Розподілення патентів за роком подання та кількістю

Fig. 3. Patents distribution by year of submission and quantity

лений на шість періодів. Межі одного періоду п'ять років.

На початку патентну документацію було розподілено за кількістю патентів та роком подання заявки, щоб зрозуміти динаміку патентування, в результаті ми зможемо побачити чи присутній інтерес до напрямку, механізмів для вирівнювання або розрівнювання. Розподілення патентів наведено на (Рис. 3).

Як можна бачити, інтерес до даного напрямку з'явився у 1986 році, однак не отримав значного поширення до 2000 року. У цей період було запатентовано шість технічних рішень. Два з 1986 року по 1990 рік, три патенти з 1991 року по 1995 рік та лише один патент з 1996 року по 2000 рік.

Значний інтерес до пристроїв для вирівнювання або розрівнювання з'являється у період з 2001 року до 2005 року. Тоді було запатентовано сім технічних рішень за даним напрямком.

Ріст зацікавленості продовжився в 2006-2010 рр., було запатентовано ще вісім технічних рішень.

На графіку можна бачити значне посилення інтересу в період 2011-2015 рр., тоді було запатентовано десять технічних рішень.

Варто зауважити, що за період з 2001 до 2015 року кількість патентувань технічних рішень сягнула двадцяти п'яти, це було

спричинено значним збільшенням спектру використання пристроїв для вирівнювання та розрівнювання у різних галузях.

Однак, пізніше починаючи з 2016 року інтерес до пристосувань значно знизився, але роботи в цьому напрямку тривають.

Проаналізувавши патенти за кількістю та роком подання заявки, ми перейшли до розподілу за датою та кількістю патентів від країни-заявника у певний проміжок часу, що дасть змогу зрозуміти в яких країнах та в який час проводилась активна робота над пристроями для вирівнювання або розрівнювання, та які країни приділяють найбільшу увагу цьому напрямку.

Розподілення патентів за країнами-заявниками представлено на Рис. 4.

Роботи почались в Євросоюзі у період з 1986 року до 1990 року, де було запатентовано два технічних рішення. У період з 1991 до 2000 року роботи проводились в Японії та ЄС, у результаті було запатентовано ще три технічні рішення.

Починаючи з 2001 року у США та Росії було запатентовано один патент, та п'ять у ЄС.

У період 2006-2010 років у США було розроблено два технічних рішення, два в Росії та чотири в ЄС.

Активніше проводилась робота в США, де в період з 2011 до 2015 рр. було отримано чотири патенти, два патенти в Росії, та один в ЄС. Одночасно розпочались роботи

Розподілення за датою заявлення та кількістю патентів від країни-заявника у певний проміжок часу

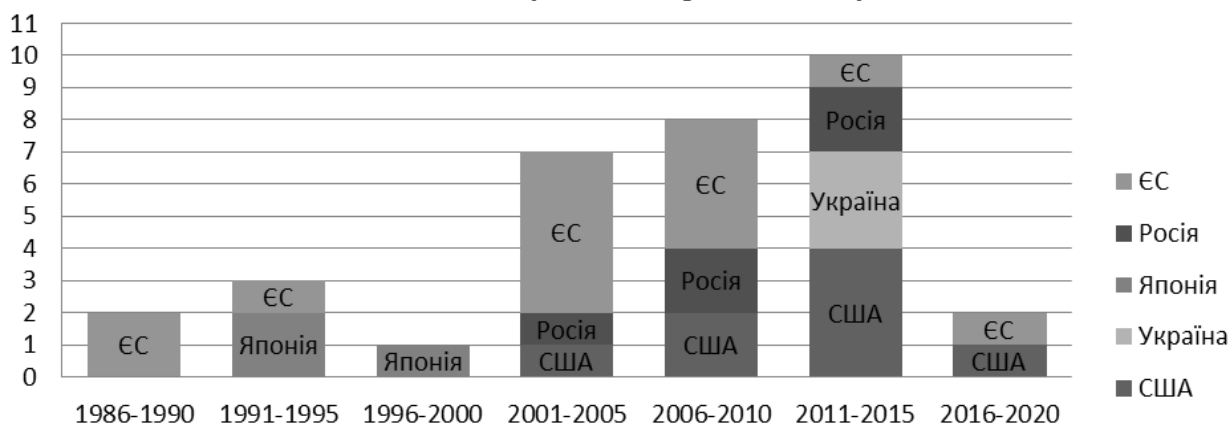


Рис. 4. Розподілення за датою заявки та кількістю патентів від країни-заявника у певний проміжок часу

Fig. 4. Distribution by the date of the application and the number of patents from the applicant country at a certain time

в Україні де було запатентовано три патенти.

У періоді з 2016 року до 2020 року в США та ЄС було запатентовано по одному технічному рішенню.

За результатами аналізу ми встановили, що значна частина патентів належить приватним особам. Розподіливши патенту документацію за роком подання та кількістю, було встановлено, що проблема пристроїв для вирівнювання або розрівнювання зберігає постійну актуальність.

На розглянутому проміжку часу з 1986 до 2020 року зафіксовано повільний ріст актуальності даної проблеми зі значним сплеском інтересу в період з 2001-2015 роки, що спричинено розширенням спектру використання відвального обладнання.

Проаналізувавши патенти за організацією-власником було визначено, що вирішенням даної проблеми займалися виробники обладнання, науково-освітні установи та приватні особи.

Наведено кілька прикладів пристосувань для вирівнювання або розрівнювання з проаналізованих патентів.

Відвал бульдозера 1 з об'ємною ножовою системою (Рис. 5) включає основні 2 і виступні ножі 3 та бічні косинки 4 [9].

Новим є те, що обабіч кожного з основних і виступних ножів попарно встановлені бічні косинки так, щоб кут між ріжучими краями їх бічних граней, спроектований на площину відповідного ножа, дорівнював куту бічного розвалу ґрунту при його копанні основним чи виступним ножом на критичній глибині, кут між проекцією кожного з ріжучих країв бічних граней бічних косинок у плані на горизонтальну площину і напрямком подовжнього руху відвала бульдозера є гострим, ріжучі краї основних і виступних ножів у профільній проекції зміщені по довжині й висоті в межах товщини стружки копання ґрунту, бічні косинки основних ножів мають спільне ребро з

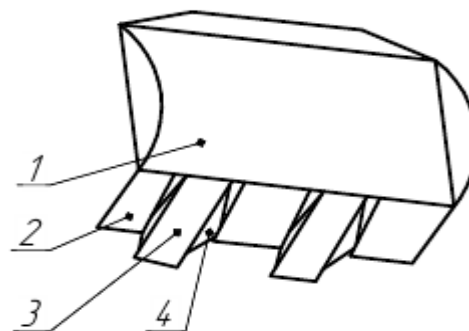


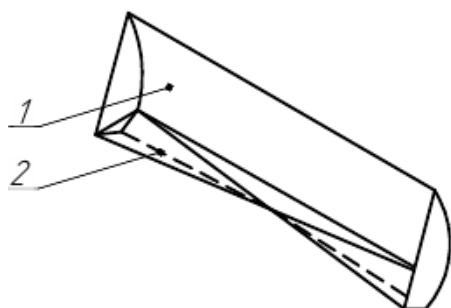
Рис. 5. Відвал з об'ємною ножовою системою

Fig. 5. Blade with volume cutting edge system

бічними косинками виступних ножів, а кут копання ґрунту виступними ножами менший кута копання ґрунту основними ножами.

Технічний результат: зниження енергоємності копання ґрунту за рахунок заміни блокованого копання напіввільним чи вільним, застосування косо́го копання ґрунту елементами об'ємної ножової системи, поліпшення нагромадження і переміщення ґрунту об'ємною ножовою системою в призмю і зменшення втрат відділеного від основного масиву ґрунту в зоні ножової системи.

Відвал бульдозера 1 з комбінованою ножовою системою 2 включає традиційний неповоротний відвал і ріжучі ножі (Рис. 6) [10].



**Рис. 6.** Відвал з комбінованою ножовою системою

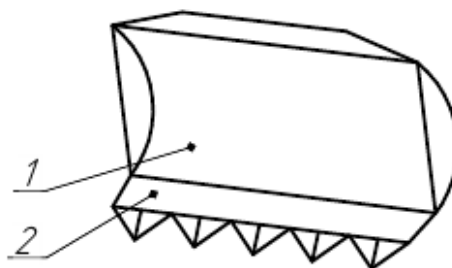
**Fig. 6.** Blade with combined cutting edge system

При цьому ріжучі ножі виконані з окремих пластин і з'єднані між собою попарно й з відвалом так, що ріжучі краї розташовані симетрично відносно подовжньої вертикальної площини симетрії відвала під заданим кутом між собою у фронтальній і вертикальній проекції, а пластини ножів встановлені під гострим кутом до горизонталі таким чином, щоб забезпечити виключно косо́е копання ґрунту.

Технічний результат: зниження енергоємності копання ґрунту бульдозерним відвалом, поліпшення нагромадження та переміщення ґрунту по відвалу та зменшення втрат ґрунту в бокові валики шляхом використання виключно косо́го копання ґрунту, створення умов спрямування відділеної від

масиву ґрунтової стружки всередину призми ґрунту перед відвалом, заміна блокованого копання ґрунту напіввільним чи вільним і утворення плоскої чи неплоскої поверхні ґрунту після проходження бульдозерного відвала.

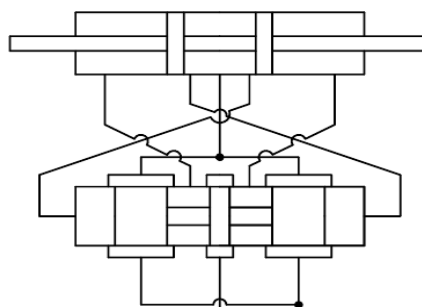
Найбільш цікавим на наш погляд, є технічне рішення представлене на Рис. 7, що складається з відвалу 1 з гребінчастим ножем косо́го різання 2.



**Рис. 7.** Відвал з гребінчастим ножем косо́го різання

**Fig. 7.** Blade with a comb knife of oblique cutting

Динамічний рух ножа буде виконуватись за допомогою автоколивального гідравлічного вібратора (Рис. 8).



**Рис. 8.** Автоколивальний гідравлічний вібратор

**Fig. 8.** Self-oscillating hydraulic vibrator

Розробка такого рішення втілювалась на кафедрі будівельних машин КНУБА, передумовами слугували напрацювання колективу, зокрема проф. Смірнова В. М. [3] у відношенні конструктиву робочого органа та проф. Баладінського В. М. [4] у відношенні закономірностей створення динамічних рухів різальних елементів землерийних машин.

Очікується, що поєднання конструктивних особливостей просторово орієнтованих ножів з урахуванням їх впливу на зменшення енергоємності, а також визначення їх ефективних режимів руху, зокрема динамічних, дозволять на практиці отримати значне зменшення енергоємності розробки ґрунту.

## ВИСНОВКИ

Для визначення актуальності пристосувань для вирівнювання та розрівнювання та подальшого аналізу технічних рішень нами було проведено патентний пошук. Ми не встановлювали конкретних часових меж, однак, з'ясувалось, що патентування релевантних технічних рішень, які відповідають сучасним конструкціям, почалось у 1986 році, тобто часовий проміжок склав 35 років. У результаті пошуку відзначено 33 патентних рішення, що відповідають меті дослідження. На всьому часовому проміжку проблема зберігає постійну актуальність, однак нами було зафіксоване значне збільшення інтересу в період з 2001 року до 2015 року, що пов'язано з розширенням спектру використання відвального обладнання. Встановлено, що даним напрямком займалися різні типи осіб: приватні особи, науково-освітні установи, науково-дослідні інститути та організації-виробники обладнання, зокрема компаніями Caterpillar, Komatsu та John Deere - це свідчить про актуальність та важливість даної проблеми. Встановлено що дослідження різання ґрунтів просторово-орієнтованими ножами динамічної дії, є актуальним для досягнення зменшення енергоємності процесу різання ґрунтів [13]. Запропонований напрямок дослідження є продовженням наукових шкіл кафедри будівельних машин КНУБА [14], а саме, динамічного різання та створення різальних елементів землерийних машин з просторовим орієнтуванням.

## ЛІТЕРАТУРА

1. **Caterpillar** [Електронний ресурс]: Wheeled dozers: інтернет-ресурс виробника обладнання. URL: <https://www.cat.com/en/MX/>

- products/new/equipment/dozers/wheel-dozers/18580971.html (дата звернення: 23.12.2020).
2. **Баладінський В. Л.** Будівельна техніка: навчальний посібник. Київ: Либідь, 2001. – 368 с.
3. **Смірнов В. М.** Основи теорії різання ґрунтів просторово орієнтованими ножами землерийних машин / К.: «МП Леся», 2009 – 260 с.
4. **Пат. Україна № 53190**, кл. E02F 3/04. Робочий орган землерийно-транспортної машини активної дії / В. Л. Баладінський, Є. Л. Пелевін, В. П. Рашківський, В. М. Смірнов, Р. М. Солонко. Опубліковано 15.01.03 Бюл. № 1.
5. **Пошук** // Сайт «Googlepatent». – Спосіб доступу: patents.google.com.
6. **Пошук** // Сайт «Esp@cenet». — Спосіб доступу: ep.espacenet.com.
7. **Пошук** // Сайт «Роспатент». — Спосіб доступу: www.fips.ru.
8. **Пошук** // Сайт «База патентів України». — Спосіб доступу: uapatents.com.
9. **Пат. Україна № 111399**, кл. E02F 3/815. Відвал з об'ємною ножовою системою / К. Ц. Главацький, О. В. Серета, Ю. М. Кифорчук, С. Л. Краснощок. Опубліковано 25.01.16 Бюл. № 2.
10. **Пат. Україна № 112205**, кл. E02F 3/815. Відвал бульдозера з комбінованою ножовою системою / В. М. Богомаз, К. Ц. Главацький, М. О. Дорогокупля, С. Л. Краснощок, В. М. Проскурня, О. В. Серета. Опубліковано 10.12.15 Бюл. № 23.
11. **ДСТУ 3575-97**. Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення.
12. **Міжнародна патентна класифікація** 01.2020.
13. **Пристайло М.** Інноваційні шляхи вдосконалення будівельної техніки з огляду на потреби сучасної будівельної індустрії / М. Пристайло, К. Марчук // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, Вип.94, – 2019. – С. 35-41. <https://doi.org/10.32347/gbdmm2019.94.0301>.
14. **Міщук Д.** Відвал бульдозера з розпушувальними зубами / Д. Міщук, В. Волянчук, Є. Горбатюк // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, Вип.92, – 2018. – С. 70-79. <https://doi.org/10.31493/gbdmm1892.0403>.

## REFERENCES

1. **Caterpillar** [Electronic resource]: Wheeled dozers: internet-resource equipment manufac-



- turer: [https://www.cat.com/en\\_MX/products/new/equipment/dozers/wheel-dozers/18580971.html](https://www.cat.com/en_MX/products/new/equipment/dozers/wheel-dozers/18580971.html) (application date: 23.12.2020).
2. **Baladinskyi V. L.** (2001). *Budivel`na tehnika: navchal`nyi posibnyk*. Kyiv. Lybid, 368.
  3. **Smirnov V. M.** (2009). *Osnovy teorii rizannia gruntiv prostorovo orietovanyomy nozhamy zemleryinyh mashyn*. Kyiv, MP Lesya, 260.
  4. **Baladinsky V. L., Pelevin E. L., Rashkivsky V. P., Smirnov V. M., Solonko R. M.** (2003). Patent Ukraine Nr. 53190, E02F 3/04, Bull. Nr. 1.
  5. **Search Site** Googlepatent. Access method: patents.google.com.
  6. **Search Site** Esp@cenet. Access method: ep.espacenet.com.
  7. **Search // Site** «Rospatent». — Access method: www.fips.ru.
  8. **Search // Site** «Baza patentiv Ukrayiny». — Access method: www.uapatents.com.
  9. **Pat. Ukraine № 111399**, class. E02F 3/815. Dump with a three-dimensional knife system / K. C. Hlavatsky, O. V. Sereda, Y. M. Kiforchuk, S. L. Krasnoshchok. Published 25.01.16 Bull. № 2.
  10. **Pat. Ukraine № 112205**, class. E02F 3/815. Bulldozer blade with combined knife system / V. M. Bogomaz, K. C. Glavatsky, M. O. Dorogokuplya, S. L. Krasnoshchok, V. M. Proskurnya, O. V. Sereda. Published 10.12.15 Bull. № 23.
  11. **DSTU 3575-97**. Patentni doslidzhennya. Osnovni polozhennya ta poryadok provedennya.
  12. **Mizhnarodna patentna klasyfikatsiya** 01.2020 .
  13. **Pristailo M., Marchuk K.** (2019). Innovative ways to improve construction equipment given the needs of the modern construction industry *Girniči, budivelni, dorožni ta meliorativni mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], Nr.94, 35-41. — (in Ukrainian).
  14. **Mishchuk D., Volyanyuk V., Gorbatyuk Eu.** (2018). Dozer blade with ripper teeth. *Girniči, budivelni, dorožni ta meliorativni mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], Nr.92, 70-79. — (in Ukrainian). <https://doi.org/10.31493/gbdmm1892.0403>.

**Actuality of development of new means of ground cutting spatially oriented knives of dynamic action when working with earth machines**

*Volodymyr Rashkivskiy, Bohdan Fedyshyn*

*Kyiv National University of Construction and Architecture*

**Abstract.** Using the sources of patent documentation, a patent search was conducted to determine the relevance of the problem of cutting the soil with spatially oriented knives when working with earthmoving machines and further analysis of the proposed technical solutions. As a result of the study, we found that the topic remains relevant for the period under consideration. It was found that different types of persons were involved in this area: individuals, scientific and educational institutions, research institutes and equipment manufacturing organizations, in particular by Caterpillar, Komatsu and John Deere, which indicates the relevance and importance of this problem. The study of cutting soils with spatially oriented knives of dynamic action is relevant for achieving a decrease in the energy consumption of the process of cutting soils. The proposed research direction is a continuation of the scientific schools of the Department of Construction Machines KNUBA, namely, dynamic cutting and creation of cutting elements of earthmoving machines with spatial orientation.

**Keywords:** bulldozer, blade, blade cutting edge, spatially oriented.