



УДК 621.951

DOI: 10.37128/2520-6168-2020-4-5

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СВЕРДЛІННЯ  
ТОНКОЛИСТОВОГО ПРОКАТУ****Островський Анатолій Йосипович**, асистент  
Вінницький національний аграрний університет**Anatolii Ostrovskiy**, assistant  
Vinnytsia National Agrarian University

У даній статті розглянуто технологічний процес свердління отворів в тонколистовому прокаті. Існуючий типовий технологічний процес, при детальному аналізі, дає підстави для обґрунтування ідеї новаторського рішення. Простежується зв'язок між покращенням економічних показників даної технологічної операції із шляхом зміни геометричних параметрів інструменту.

Дається порівняння існуючих технологічних процесів, операцій та переходів виготовлення круглих отворів із застосуванням спіральних сверدل. Традиційна методика передбачає чітку послідовність технологічного процесу із застосуванням інструментів для розмітки, кернування та послідовного застосування гвинтових свердел різних діаметрів.

Отже після попередньої операції розмітки центра двох отворів, виконують операцію кернування. Керн (заглиблення в металі) запобігає відхиленню гвинтового свердела малого діаметра від лінії розмітки. Після вищеприписаних дій традиційний технологічний процес передбачає свердління отвору малого діаметра з метою спрямування основного інструменту у потрібному напрямку. Для виготовлення основного отвору виконують спеціальну заточку робочої частини спірального свердела таким чином, щоб діаметр центральної частини інструмента дорівнював діаметру першого направляючого отвору, щоб уникнути в подальшому зміщення основного отвору і вже наступною операцією передбачається розсвердлювання отвору до потрібного діаметра.

В наслідок чого у статті порушується тема, з урахуванням широкого застосування тонколистового прокату, в тому числі у сільськогосподарському секторі, доцільності застосування новаторської ідеї для покращення технологічного процесу пов'язаного з обробкою листового матеріалу, а саме тонких металевих листів. Доцільно зауважити, що для прикладу розглядається матеріал який характеризується своєю універсальністю, а саме сталь Ст 3. Незважаючи на численні джерела, які присвячені дослідженню удосконалення технологічного процесу свердління, існує низка питань, зокрема поширення даного напрямку на численні різновиди металевих і неметалевих матеріалів, які мають поверхні з покриттям і без нього, різні товщини в межах тонкостінного прокату. Найбільш значимий результат вдосконалений технологічний процес свердління знайде застосування у системі ефективного обслуговування сільськогосподарської техніки.

**Ключові слова:** свердло, свердління, технологічний процес свердління, спіральні свердла, заточка спіральних свердел, перові свердла.

**Рис. 5. Літ. 8.**

---

**1. Постановка проблеми**

Застосування тонколистового прокату настільки поширене, що важко перелічити галузі виробництва де він застосовується. Зокрема в технічному обслуговуванні та ремонті сільськогосподарської техніки тонкі металеві листи слугують вихідним матеріалом для виготовлення різноманітних деталей, що відіграють важливу роль для машино-тракторного парку. Механічна обробка тонкостінного прокату є однією з найпоширеніших технологічних операцій у майстернях призначених для ремонту та відновлення сільськогосподарської техніки. Свердління тонколистового металу є специфічною операцією і супроводжується рядом технічних прийомів. Зокрема застосуванням спіральних (гвинтових) свердел із геометричними параметрами робочої частини, що відповідають матеріалу який обробляється.

---

**2. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Теоретичним і практичним питанням розробки технологічного процесу свердління отворів присвячені праці багатьох вітчизняних вчених і зарубіжних науковців.



Дослідженню питань застосування інноваційних схем при свердлінні присвячені праці науковців, Р. Р. Обертюха, А. В. Слабкого. Автори інформують про основні тенденції розвитку способів свердління та їх переваги перед традиційними методами оброблення матеріалів.

Можливості використання свердл із зміненими параметрами для інтенсифікації обробки технологічного процесу свердління деталей із композиційних матеріалів розглядають у своїх дослідженнях О. В. Глоба, І. О. Булах.

Актуальними для японських науковців виявилися питання обробки тонкого листового матеріалу із застосуванням передових технологій. Розробці оптимальної конструкції ріжучої кромки спіральних свердл присвячені праці японського науковця Хукудзо Ягісіта. Автор досліджує механізм різання при свердлінні шаруватих матеріалів із вуглепластику.

---

### 3. Мета дослідження

У статті порівнюються технологічні процеси виготовлення наскрізних отворів у тонколистовому прокаті із використанням спіральних свердл. Традиційний, відпрацьований десятиліттями, та запропонований і перевірений автором на практиці, прогресивніший технологічний процес, що дає змогу скоротити час операції свердління. Суть інновації полягає у тому, що із зміною геометрії робочої частини гвинтового свердла відпадає необхідність у виготовленні технологічного направляючого отвору для наступного переходу свердління основного отвору. Отже метою даної статті є показати як можна, змінивши геометричні параметри інструменту, отримати прогресивніший технологічний процес виготовлення отворів у тонколистовому прокаті. Зваживши на те, що операції та переходи свердління є одними з найпоширеніших у механічній обробці матеріалів, можна зробити висновок, що дане новаторське рішення буде ефективно використовуватись в умовах сучасного виробництва.

---

### 4. Викладення основного матеріалу

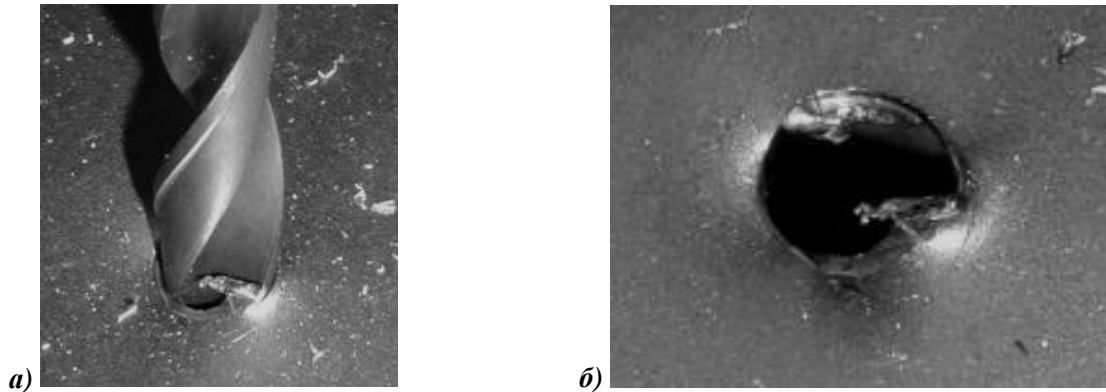
Актуальною проблемою є розробка теоретичних питань операцій та переходів свердління і новаторських методів виготовлення отворів за умови досягнення кращої ефективності процесу, а в кінцевому рахунку отримання високоякісної продукції. Під час виготовлення виробів із різноманітних матеріалів застосовують різні види механічної обробки. Серед видів механічної обробки різанням, а саме розгортання, створення нарізи, точіння і фрезерування, розрізування і шліфування, технологічний процес свердління є одним із найпоширенішим технологічним процесом.

Окреме місце в схемах обробки займає свердління отворів осьовими спіральними свердлами. Джон Уілкінсон винайшов точну горизонтальну дріль, що працювала від парової машини у 1775 році [1]. Спіральні свердла було винайдено Стівеном Морсом з Іст-Бріджуотер, штат Массачусетс, в 1861 році [2].

Свердління металевих матеріалів дуже специфічне і разом з тим є поширеною операцією в різних галузях промисловості. Залежно від сортаменту металопрокату, вимоги до інструменту відрізняються.

Під час операцій із тонким листовим металом з'являються нові негативні і позитивні аспекти теорії і методів такої механічної обробки. Огляд зарубіжних джерел, зокрема Польщі, виявив тенденцію до зміни геометричних параметрів свердла при виготовленні отворів у тонколистовому прокаті [3]. У зв'язку з тим, що тонкі металеві листи суттєво відрізняються по оброблюваності від іншого сортаменту прокату, а також широко застосовуються в промисловості, транспорті, сільському господарстві, це зумовило великий інтерес до аналізу технологічного процесу механічної обробки тонкого листового металу. Специфіка свердління наскрізних отворів у листовому металі дуже складна із за взаємодії використовуваного інструменту та заготовки. Візуально чітко проявляється вона у наочному зображенні німецьких науковців на (рис. 1) [4].

Практична реалізація неглибокого наскрізного свердління в тонких металевих листах вимагає здійснення необхідного технологічного забезпечення. Для максимальної інтенсифікації процесу свердління доцільним є підбір відповідних параметрів механічної обробки заготовки. Основні проблеми, що виникають при обробці наскрізних отворів у тонких металевих листах із застосуванням стандартних спіральних свердел є відхилення від округлості, також до можливих дефектів можна віднести рваний край отвору при контакті забірного конуса свердла та заготовки. Контакт заготовки та інструменту відбувається тому, що довжина забірної конуса більша ніж глибина свердління, внаслідок чого ріжучі кромки чіпляють за край оброблюваного отвору (рис. 1, б).

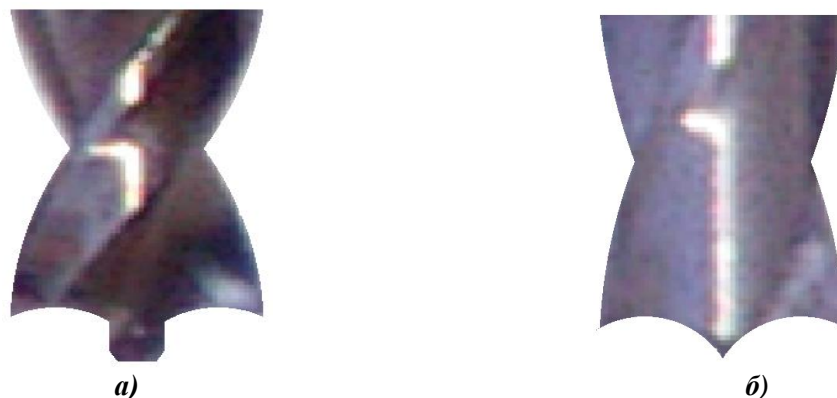


**Рис. 1. Візуалізація контакту інструмент-заготовка німецьких дослідників:**  
*а – процес свердління; б – основний отвір*

У зв'язку з цим застосовують спеціальну заточку спірального свердла, де взаємодія інструменту і оброблюваного матеріалу відбувається, як на вході так і на виході свердла, по периферії ріжучого інструменту. Попередньо виконується свердління за розміткою: наносяться осьові риски, що визначають центр отвору, а далі накернюють центрові заглиблення і наносять кругові риски за межами майбутнього діаметра.

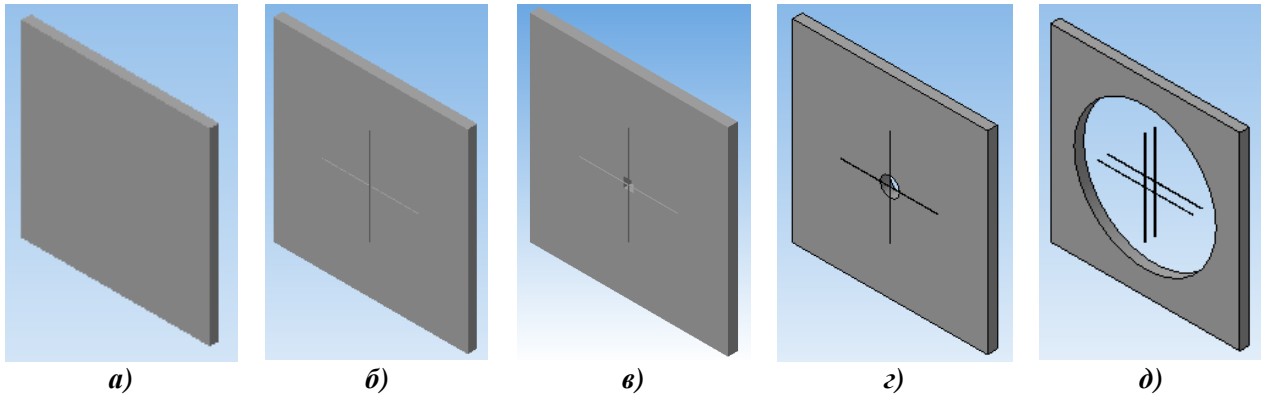
Аналогічна послідовність технологічного процесу, що включає кернування перед свердлінням направляючого отвору описана в зарубіжних джерелах [5].

При традиційному свердлінні операція виконується у два прийоми. Насамперед виконують попереднє свердління інструментом малого діаметра, потім після виконання повного засвердлювання виконують перевірку отвору за контрольними колами для виявлення відхилення. При наявності відхилення виконується операція його ліквідації і лише потім дороблюють отвір великим свердлом до номінального діаметра, тобто остаточне свердління. Доцільно застосувати підкладку (дерев'яна дошка тощо) під заготовку, щоб отримати отвір з більш рівними краями та правильної форми. Важливу роль у процесі свердління відіграють геометричні параметри перемички, а саме її розміри і розміщення відносно контуру свердла. При такій схемі оброблення отворів важко контролювати центральне положення перемички при заточуванні ріжучої частини інструменту (рис. 2, а). Невелика перемичка зменшує осьові зусилля для проникнення у метал, і як наслідок покращує точність і якість оброблених отворів. Запобігти дефектам у заготовках тонкостінних матеріалів сприяє створення позитивних передніх кутів (унікати негативних і нульових).



**Рис. 2. Геометрія ріжучої частини свердла:**  
*а – традиційна; б – запропонована*

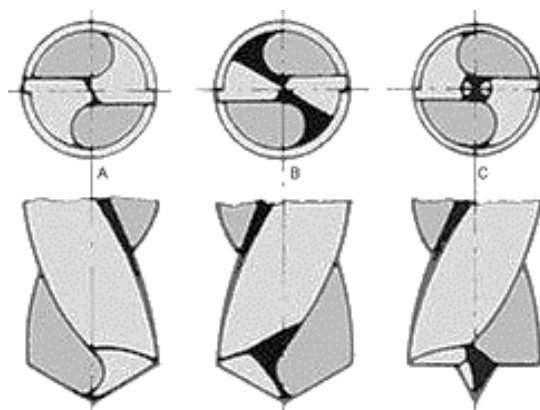
Застосування результатів експериментальних досліджень впливу різних геометричних параметрів спірального свердла на технологічний процес свердління отворів у тонких металевих листах дозволяє розробити рекомендації по вибору оптимальних схем операції свердління та конструктивних особливостей інструменту, що застосовується (рис. 2,б). Як критерій доцільності застосування нової схеми (рис. 5, а, б) запропоновано використовувати геометрію свердла із зміненою формою перемички у системі інструмент-заготовка, на відміну від традиційної (рис. 3, а-д).



**Рис. 3. Послідовність традиційного свердління:**  
*a – заготовка; б – розмітка; в – кернування; г – отвір направляючий; д – основний отвір*

Для вибору оптимальної форми ріжучої частини інструменту, а саме центральної частини свердла можуть бути використані розроблені форми перемички у вигляді прямої перевернутої чотиригранної піраміди із вершиною, що проектується до центру отвору. Інструмент із новою геометрією легко перевіряється на симетрію відносно осі свердла. Дві засічки ріжучих кромek після контакту перемички із заглибленням від кернування (центром майбутнього отвору) описують коло однакового діаметра. Пружне відновлення форми матеріалу забезпечує безперервний контакт інструменту та заготовки (цей ефект ми і використовуємо). Таким чином відхилення осі свердла протягом часу одного оберту неможливе завдяки рівного навантаження на лезо (перо) інструменту. Неважко припустити, що незначні зміни осьового зусилля ніяк не впливають на сам технологічний процес. Для більш успішної обробки тонких металевих листів потрібно контролювати висоту різальних кромek спірального свердла. Даний геометричний параметр перевіряють перед початком операції виготовлення отвору одноразовим контактом інструменту і заготовки без вмикання свердлильного верстату. Вказані параметри свердла забезпечують однакову товщину зрізаного шару, внаслідок чого буде спостерігатись покращена якість і точність обробки.

Описаний метод свердління, де отвори обробляються не від центра, а по краях ріжучої кромки з використанням місцевої деформації на вигин для безперервного контакту перемички із новими геометричними параметрами, розглядається як нова схема різання. Доречно зауважити, що схожа, але з деякими відмінностями схема заточки застосовується чеськими (рис. 4) [6], а також іншими зарубіжними спеціалістами для свердління пластикових тонких листів так і тонкого листового металевих матеріалу [7, 8].



**Рис. 4. Інноваційна геометрія свердла: чеський варіант:**  
*A – традиційна; B – для довгих отворів; C – для листового матеріалу*

У інноваційному технологічному нововведенні за рахунок конструкторських напрацювань скорочується операція свердління інструментом малого діаметра. З виключенням із технологічного процесу операції попереднього свердління інструментом малого діаметра зменшуються енерговитрати та кількість використовуваного інструменту, підвищується ефективність процесу неглибокого наскрізного свердління спіральними свердлами з новими геометричними параметрами (Рис. 5).



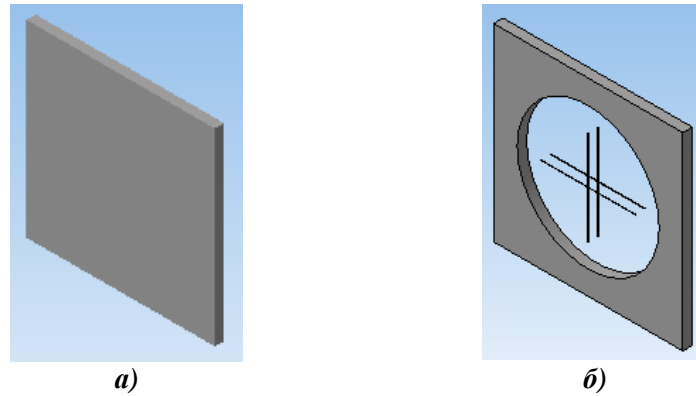


Рис. 5. Послідовність інноваційного методу свердління  
а – заготовка; б – основний отвір

## 6. Висновки

Проведені експериментальні дослідження технологічного процесу свердління наскрізних отворів у тонкому листовому металі дають підстави зробити висновки, що новий вдосконалений технологічний процес із застосуванням спіральних свердел нової геометрії у зоні різання (ріжучої частини) забезпечить якість і точність наскрізних отворів, підвищить економічну ефективність процесу свердління, покращить умови праці та геометричні параметри заготовки. Згідно з аналізом, представленим вище технологічна операція механічної обробки отворів способом свердління є одним із найпоширеніших видів механічної обробки. Проаналізувавши основні проблеми, що виникають під час механічної обробки отворів у листовому металі ми зможемо розкрити перспективи подальшого дослідження обробки матеріалів свердлами із новою геометрією різальної кромки. Саме створення раціональної геометрії свердла призведуть технологічних нововведень і передачі технологій у практичне застосування.

## Список використаних джерел

1. Ryszard Kuryjański. Obróbka skrawaniem i obrabiarki. URL: <http://194.29.132.141/var/www/glowna/storage/original/application/9e196c68692d8a7839515637a21218b8.pdf> (дата звернення: 3.12.2020).
2. Drill bit : Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Drill\\_bit](https://en.wikipedia.org/wiki/Drill_bit).
3. Porady dotyczące wiercenia w cienkich blachach poniżej 8 mm. URL: <https://docplayer.pl/106044689-Zalacenia-dotyczace-obrobki-stali-strenx-i-hardox.html> (дата звернення: 3.12.2020).
4. Bohren von Dünblech. URL: <https://www.perfekter-halt.de/template/elemente/158/Rund%20ums%20Thema%20Bohren.pdf> (дата звернення: 3.12.2020).
5. Sheet metal structures. URL: <https://memberfiles.freewebs.com/76/87/106238776/documents/2%20SHEET%20METAL%20STRUCTURES.pdf>
6. Správný vrták usnadní práci. Univerzální vrtáky. URL: [https://www.idnes.cz/hobby/dilna/spravny-vrtak-usnadni-praci.A081123\\_222018\\_hobby-dilna\\_bma](https://www.idnes.cz/hobby/dilna/spravny-vrtak-usnadni-praci.A081123_222018_hobby-dilna_bma) (дата звернення: 3.12.2020).
7. Глоба О. В., Олійник Є. В., Сенкевич К. А. Дослідження процесу свердління авіаційних матеріалів триперими свердлами з метою удосконалення геометрії різальної частини. *Процеси механічної обробки в машинобудуванні*. 2009. Випуск 7. С. 48-54.
8. Гречук А. І. Підвищення ефективності процесу свердління вуглепластиків та склопластиків лезовими алмазними свердлами: дис. ... канд. Техн. Наук : 05.03.01. Київ, 2019. 158 С.

## References

- [1] Ryszard Kuryjański. Obróbka skrawaniem i obrabiarki. URL: <http://194.29.132.141/var/www/glowna/storage/original/application/9e196c68692d8a7839515637a21218b8.pdf> (дата звернення: 3.12.2020).
- [2] Drill bit : Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Drill\\_bit](https://en.wikipedia.org/wiki/Drill_bit).
- [3] Porady dotyczące wiercenia w cienkich blachach poniżej 8 mm. URL: <https://docplayer.pl/106044689-Zalacenia-dotyczace-obrobki-stali-strenx-i-hardox.html> (дата звернення: 3.12.2020).
- [4] Bohren von Dünblech. URL: <https://www.perfekter-halt.de/template/elemente/158/Rund%20ums%20Thema%20Bohren.pdf> (дата звернення: 3.12.2020).



- [5] Sheet metal structures. URL: <https://memberfiles.freewebs.com/76/87/106238776/documents/2%20SHEET%20METAL%20STRUCTURES.pdf>
- [6] Správný vrták usnadní práci. Univerzální vrtáky. URL: [https://www.idnes.cz/hobby/dilna/spravny-vrtak-usnadni-praci.A081123\\_222018\\_hobby-dilna\\_bma](https://www.idnes.cz/hobby/dilna/spravny-vrtak-usnadni-praci.A081123_222018_hobby-dilna_bma) (дата звернення: 3.12.2020).
- [7] Hloba O., Oliynyk YE., Syenkevych K. (2009) Doslidzhennya protsesu sverdlinnya aviatsiynykh materialiv trypery my sverdlamy z metoyu udoskonalennya heometriyi rizal'noyi chastyny. [Research of the process of drilling aviation materials with three-point drills in order to improve the geometry of the cutting part]. Protsey mekhanichnoyi obrobky v mashynobuduvanni Vypusk 7. S. 48-54. [in Ukrainian].
- [8] Hrechuk A. I. Pidvyshchennya efektyvnosti protsesu sverdlinnya vuhleplastykiv ta skloplastykiv lezovymyalmaznymy sverdlamy [Improving the efficiency of the process of drilling carbon plastics and fiberglass blade diamond drills] : dys. ... kand. Tekhn. Nauk : 05.03.01. Kyiv, 2019. 158 S [in Ukrainian].

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СВЕРЛЕНИЯ ТОНКОЛИСТОВОГО ПРОКАТА

*В данной статье рассмотрен технологический процесс сверления отверстий в тонколистовом прокате. Существующий типовой технологический процесс, при детальном анализе, дает основания для обоснования идеи новаторского решения. Прослеживается связь между улучшением экономических показателей данной технологической операции с путем изменения геометрических параметров инструмента.*

*Дается сравнение существующих технологических процессов, операций и переходов изготовления круглых отверстий с применением спиральных сверл. Традиционная методика предусматривает четкую последовательность технологического процесса с применением инструментов для разметки, кернения и последовательного применения винтовых сверл разных диаметров.*

*Таким образом, после предыдущей операции разметки центра двух отверстий, выполняют операцию кернения. Керн (углубление в металле) предотвращает отклонению винтового сверла малого диаметра от линий разметки. После вышеописанных действий традиционный технологический процесс предусматривает сверление отверстия малого диаметра с целью направления основного инструмента в нужном направлении. Для изготовления основного отверстия выполняют специальную заточку рабочей части спирального сверла таким образом, чтобы диаметр центральной части инструмента был равен диаметру первого направляющего отверстия, чтобы избежать в дальнейшем смещение основного отверстия и уже следующей операцией предполагается рассверливание отверстия до нужного диаметра.*

*В результате этого в статье затрагивается тема, с учетом широкого применения тонколистового проката, в том числе в сельскохозяйственном секторе, целесообразности применения новаторской идеи для улучшения технологического процесса связанного с обработкой листового материала, а именно тонких металлических листов. Целесообразно заметить, что для примера рассматривается материал который характеризуется своей универсальностью, а именно сталь Ст 3. Несмотря на многочисленные источники, посвященные исследованию совершенствования технологического процесса сверления, существует ряд вопросов, в частности распространение данного направления на многочисленные разновидности металлических и неметаллических материалов, имеющих поверхности с покрытием и без него, различные толщины в пределах тонкостенного проката. Наиболее значимый результат усовершенствованный технологический процесс сверления найдет применение в системе эффективного обслуживания сельскохозяйственной техники.*

**Ключевые слова:** сверло, сверление, технологический процесс сверления, спиральные сверла, заточка спиральных сверл, перьевые сверла.

**Рис. 5. Лит. 8.**

### IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF DRILLING THIN SHEET STEELS

*This article considers the technological process of drilling holes in sheet metal. The existing typical technological process, with detailed analysis, provides grounds for substantiating the idea of an innovative*



solution. There is a connection between the improvement of economic indicators of this technological operation with the change of geometric parameters of the tool.

The comparison of existing technological processes, operations, and transitions of production of round openings with the use of spiral drills is given. The traditional technique involves a clear sequence of the technological process with the use of tools for marking, kerning, and sequential use of screw drills of different diameters.

Therefore, after the previous operation of marking the center of the two holes, perform the operation of kerning. The core (recess in the metal) prevents the deviation of the small diameter screw drill from the marking lines. After the above steps, the traditional technological process involves drilling a small diameter hole in order to direct the main tool in the right direction. To make the main hole perform special sharpening of the working part of the twist drill so that the diameter of the Central part of the tool is equal to the diameter of the first guide hole to avoid further displacement of the main hole and the next operation is to drill the hole to the desired diameter.

As a result, the article raises the topic, given the widespread use of sheet metal, including in the agricultural sector, the feasibility of using an innovative idea to improve the technological process associated with the processing of sheet material, namely thin metal sheets. It is worth noting that for example, we consider a material that is characterized by its versatility, namely steel Cm 3. Despite the numerous sources devoted to the study of improving the drilling process, there are a number of issues, including the extension of this direction surfaces with a covering and without it, various thicknesses within the thin-walled hire. The most significant result of the improved technological process of drilling will be used in the system of efficient maintenance of agricultural machinery.

**Key words:** drill, drilling, technological process of drilling, spiral drills, sharpening of spiral drills, feather drills.

**Fig. 5. Ref. 8.**

#### **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**Островський Анатолій Йосипович** – асистент кафедри «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, email: [anatol.u.ostrowski@gmail.com](mailto:anatol.u.ostrowski@gmail.com)).

**Островский Анатолий Иосифович** – ассистент кафедры «Машин и оборудования сельскохозяйственного производства» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, м. Винница, 21008, Украина, email: [anatol.u.ostrowski@gmail.com](mailto:anatol.u.ostrowski@gmail.com)).

**Ostrovsky Anatoliy Yosypovych** – Assistant of the Department "Machinery and Equipment for Agricultural Production" of the Vinnytsia National Agrarian University (3, Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, email: [anatol.u.ostrowski@gmail.com](mailto:anatol.u.ostrowski@gmail.com)).