

**Любін М. В.**

к.т.н., доцент

Токарчук О. А.

к.т.н., доцент

**Вінницький національний
аграрний університет****Lyubin M.****Tokarchuk O.****Vinnitsia National
Agrarian
University**

УДК 621.993.1.02

ВПЛИВ СПОСОБУ КРІПЛЕННЯ БЕЗСТРУЖКОВИХ МІТЧИКІВ НА ПРОЦЕС ВИТИСКУВАННЯ РІЗЬБИ

При впровадженні безстружкових мітчиків у виробництво необхідно враховувати чинники, обумовлені специфікою методу і фактори, що впливають на економічну ефективність. Значний ефект від впровадження машинного способу виготовлення різбових отворів у нержавіючих сталях безстружковими мітчиками може бути отриманий лише при дотриманні комплексу заходів, пов'язаних з вибором оптимального діаметра отвору і якістю підготовки отвору під різьбу, вибором способу кріплення мітчика на верстаті, швидкості витискування різьби, складу мастильно-охолоджуючої рідини, устаткування і інші.

В роботі запропонована нова конструкція ефективного пристрою для запобігання поломок інструменту для виготовлення внутрішніх різбових отворів, крім того конструкція дає змогу швидко замінити інструмент на інший розмір.

Спроектована конструкція патрону забезпечує центрування інструменту по отвору, що обробляється, забезпечує передачу крутного моменту необхідної величини. Виведені аналітичні залежності та розрахункові схеми, які забезпечують працездатність пристрою.

Ключові слова: різьба, запобіжний патрон, мітчики, нержавіюча сталь, крутний момент.

Постановка проблеми. Вибір обладнання для виготовлення різбових отворів безстружковими мітчиками в значній мірі залежить від розміру і конструкції деталі, розміру різьби і величини оброблюваної партії. Витискування різьби можна здійснювати на стандартному обладнанні без його модернізації (радіально-свердильний і вертикально-свердильний верстати, різьбонарізні напівавтомати і інші). Кращі результати щодо стійкості мітчиків і точності різьблення спостерігаються на верстатах з примусовою подачею мітчика, відповідному кроку різьби [1, 2].

Аналіз публікацій та останніх результатів досліджень. Розробка різноманітних пристроїв для кріплення інструменту при виготовленні різі у різноманітних деталях та матеріалах висвітлена у працях В.М. Меньшакова [1], Р.В. Комара [2], В.М.Клендій [3], А.П. Белоусова [4], В.Т.Павлице [5], та багатьох інших. Однак, цілий ряд питань потребують подальших досліджень. В першу чергу це забезпечення

ефективності технологічного процесу, надійності роботи, інструменту, простоти конструкції, зменшення металомісткості та габаритів, а головне – задоволення потреб виробництва [6 – 12].

Мета досліджень. Розробити запобіжний патрон для кріплення безстружкових мітчиків, який повинен забезпечити швидку заміну інструменту, його центрування, передачу крутного моменту заданої величини, а також компенсацію неспіввісності з оброблюваним отвором.

Виклад основного матеріалу дослідження. Створення нових конструкцій машин та обладнання потребує застосування все нових і нових матеріалів, проте вони не завжди легко піддаються механічній обробці. Відомо, що понад 60% деталей більшості сучасних машин мають різбові отвори, виготовлення яких є досить складною технологічною задачею, особливою у високопластичних сталях. Для забезпечення надійності інструменту та запобігання його поломок необхідні подальші дослідження.

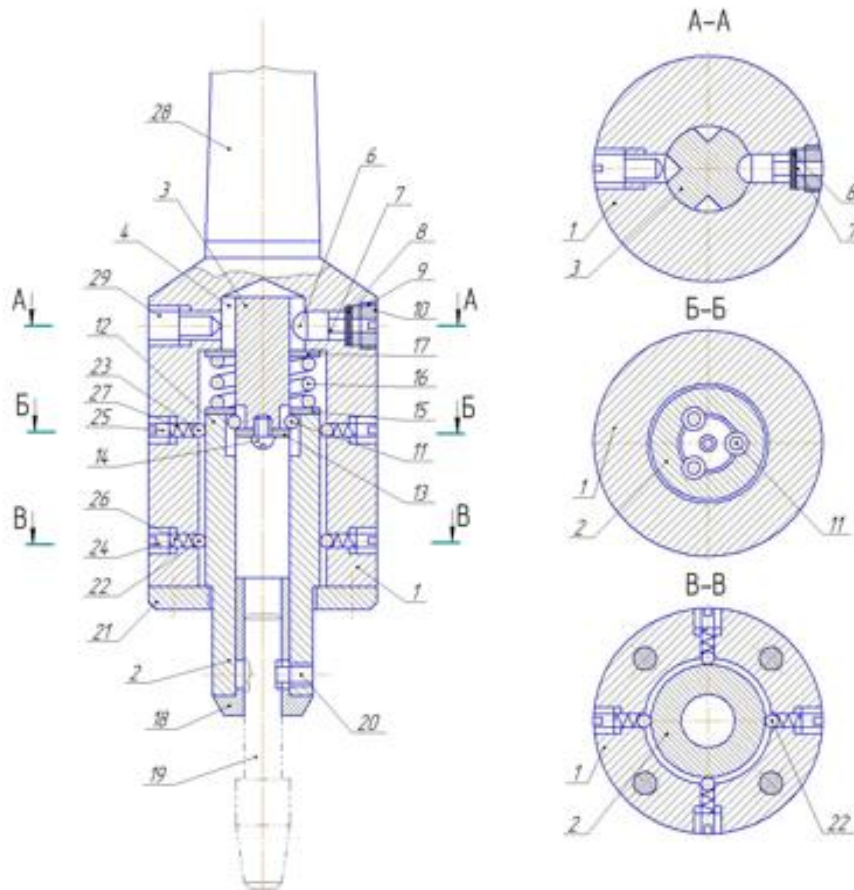


Рис. 1. Конструкція запобіжного патрона для варіанту виготовлення різьбових отворів з викручуванням мітчика

Для кріплення мітчиків були спроектовані і виготовлені спеціальні запобіжні патрони. Конструкція патрона, призначеного для роботи з викручуванням мітчика показана на рис. 1. Патрон складається з корпусу 1, всередині якого розміщений тримач 2 і поводок 3, у верхній частині якого виконані поздовжні прямокутні пази 4, а в нижній частині - поздовжні пологі пази 5. В один з поздовжніх пазів 4 повідця 3 входить сферична поверхня 6 пуансона 7, що впирається циліндричним кінцем в запобіжну пластину 8, розміщену на матриці 9, яка дотикається до торцевої поверхні пустотілого гвинта 10. У поздовжніх напівкруглих пазах 5, виконаних в нижній частині повідця 3 розміщені кульки 11, які входять до відповідних напівкруглих пазів 12, виконаних в тримачі 2. Від випадіння з пазів кульки 11 утримуються внизу шайбою 13, закріпленої до торця повідця гвинтом 14, а зверху шайбою 16, яка притискується пружиною 16, розташованою між шайбами 15 і 17. У нижній частині тримача 2 розміщені змінні втулки 18 (під мітчики М6 – М18), на внутрішній поверхні яких базується хвостова частина мітчиків 14.

Від випадіння зі змінних втулок 18 мітчики 19 утримуються двома гвинтами 20, які через отвори втулок входять в прямокутні

вирізи на хвостовику мітчика, а сам тримач 2 від випадання з корпусу патрона утримується кришкою 21, прикрученою гвинтами до торця патрона. Для забезпечення можливості усунення биття робочої частини мітчика при установці патрона в шпиндель верстата, нижня частина тримача 2 стикається з чотирма кульками 22, а верхня частина - з таким же числом кульок 23, рівномірно розташованих по колу витка корпусу.

Регулювання положення осі тримача щодо осі обертання шпинделя верстата здійснюють гвинтами 24 і 25, які через пружини 26 і 27 впливають відповідно на кульки 22 і 23 і зміщують тим самим тримач 2 в потрібному напрямку.

Патрон працює наступним чином. Хвостовиком 28 його встановлюють в шпиндель свердлильного станка а хвостову частину мітчик вводять в отвір змінної втулки 18 і затискають її гвинтами, а після цього при повільному обертанні шпинделя верстата визначають (за допомогою індикаторної головки) величину і напрямок биття робочої частини мітчика і при необхідності усувають биття за допомогою регулювальних гвинтів 24 і 25. У процесі роботи обертання від корпусу патрона через сферичну поверхню 6 пуансона, що входить в подовжній паз повідця,



передається повідку 3, а від нього через кульки 11 тримачу 2. Від тримача через гвинти 20 обертання передається мітчику. Гвинт 10 при цьому повинен бути вкручений для дотику з матрицею 9. При установці деталі на столі верстата вісь отвору деталі може бути зміщена або перекошена щодо осі інструменту. У цьому випадку тримач 2 за рахунок передбачених зазорів між зовнішнім діаметром тримача і діаметром отвору в корпусі патрона, може зміщатися паралельно самому собі, або ж встановлюється під деяким кутом до осі патрона і направляється тим самим по осі зміщення, або перекошеного отвору деталі і закінчення робочого ходу під дією пружних кульок 22 і 23 тримач 2 займає своє початкове положення.

У разі, якщо отвір під видавлювання різьби матиме діаметр менше мінімально допустимого, величина крутного моменту різьбовидавлювання може різко збільшуватися. В цьому випадку під дією радіальної сили, що виникає в зоні контакту сфери 6 з пазами повідка 3, пуансон 7 зріже запобіжну пластину 6, товщина якої при відомому діаметрі пуансона, заданої радіальної силі і заданому матеріалі пластини легко може бути розрахована за формулами опору матеріалів. При виході сфери 6 з паза повідка 3, корпус патрона починає вільно обертатися щодо нерухомого повідка 3, оберігаючи тим самим затиснений в отворі мітчик від руйнування. Для викручування затисненого мітчика з отвору конічну ділянку гвинта 29 вводять в один з пазів повідка 3, після чого включають зворотне обертання шпинделя верстата і виводять мітчик з отвору. Після цього гвинт 29 відводять назад, а пластину 8, в якій утворився круглий отвір по діаметру пуансона, замінюють новою.

Комплексною величиною, яка впливає на працездатність інструменту та технологічної оснастки, є крутний момент. Сумарний крутний момент при видавлюванні різі залежить від багатьох факторів, які можна розділити на дві групи:

- 1) фактори, які залежать від конструкції мітчика (крок, діаметр, кількість граней, величина затилування, кут та форма забірної частини, інструментальний матеріал і т.д.)
- 2) фактори, які залежать від технології обробки (матеріал, що обробляється; його твердість; хімічний склад; довжина отвору; рідина для охолодження і т.д.).

З достатньою для практики точністю величину крутного моменту при виготовленні наскрізних отворів безстружковими мітчиками можна визначити за рівнянням [1]:

$$T_{кр} = p \cdot A \cdot r_{ц.с.} \quad (1)$$

де $p \approx 8\sigma_m$;

A – площа перетину видавленого профілю;

$r_{ц.с.}$ – радіус центра ваги перетину видавленого профілю.

За результатами досліджень одержано рівняння крутного моменту для безстружкових мітчиків з відкритим контуром та твердістю оброблюваних матеріалів:

$$T_{кр} = C_m \cdot K_m \cdot d^n \cdot t^m, \quad (2)$$

де C_m – коефіцієнт, який враховує твердість матеріалу, 0,8...1,8;

K_m – поправочний коефіцієнт, який враховує марку матеріалу, 1,0...1,15;

$n = 0,69...0,94$;

$m = 1,02...1,7$.

Для закритого контуру крутний момент збільшується на 18...20%.

Вищеперераховані вирази (1), (2) визначають геометричні зв'язки інших елементів конструкції патрона.

Для визначення елементів запобіжного пристрою скористаємося величиною крутного моменту:

$$T_{кр} = F_t \cdot \frac{D}{2}, \quad (3)$$

де D – діаметр вставки патрона, м;

F_t – окружна сила від крутного моменту.

$$F_t = \frac{2 \cdot T_{кр}}{D}, \quad (4)$$

Розглянувши схему сил рис. 2., що діють на плунжер патрона, запишемо рівняння:

$$F_\alpha = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (5)$$

де F_α – осьова сила, яка діє на плунжер, при $\alpha = 90^\circ$, отримаємо $F_\alpha = F_t$.

Для спрацювання запобіжної дії при переважанні необхідно, щоб сила F_α прорізала отвір у пластинах.

Рівняння міцності на зріз матиме вигляд:

$$\tau_{зр} = \frac{F_\alpha}{A_{зр}} > [\tau_{зр}] \quad (6)$$

де $A_{зр}$ – площа зрізу, м²;

$$A_{зр} = \pi \cdot d_0 \cdot \delta, \quad (7)$$

де d_0 – діаметр отвору зрізу;

δ – товщина пластини.

Знаючи технологічний крутний момент $T_{кр}$, при якому проходить виготовлення різі та



матеріал, з якого виготовлена пластина, (шайба) розраховуємо його товщину:

$$\delta = \frac{2T_{np}}{\pi \cdot d_0 \cdot D \cdot [\tau_{zp}]}, \quad (8)$$

де $[\tau_{zp}]$ – границя міцності матеріалу пластини на зріз.

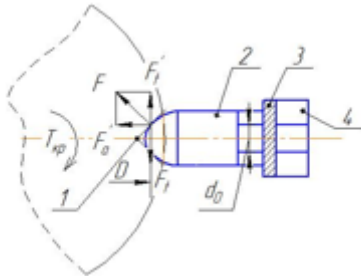


Рис. 2. – Схема сил, які діють на плунжер та пластину: 1 – вставка; 2 – плунжер; 3 – пластина; 4 – втулка; 5 – корпус

Висновок. Для забезпечення ефективності технологічного процесу виготовлення внутрішніх різей та надійності роботи інструменту необхідно застосовувати запобіжні патрони.

Універсальних патронів для закріплення інструменту при виготовленні внутрішніх різей практично не існує, проте більшість галузей використовує патрони галузевого виробництва, або одиночні новітні розробки науковців.

На основі аналізу стану виробництва та вимог при виготовленні особливо внутрішніх різьбових отворів у нержавіючих сталях, був запропонований та спроектований запобіжний патрон для різей М6...М18.

Виведені аналітичні залежності для визначення як силових так і конструктивних параметрів для забезпечення надійної роботи.

Список використаних джерел

1. Меньшаков В.М. Бесстружечные метчики [Текст] / В.М. Меньшаков, Г.П. Урлапов, В.С. Середа – М.: «Машиностроение», 1976. – 167 с.

2. Комар Р.В. Обґрунтування параметрів патрона для нарізання різі [Текст] / Р. В. Комар, Т.С. Дубиняк, І.С. Яким, М.І. Марчук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2016. – Вип. 168. – С. 80-84.

3. Клендій В.М. Нове технологічне оснащення для відновлення і виготовлення внутрішніх поверхонь різьбових деталей [Текст] / В.М. Клендій, І.В. Фльонц, Н.М. Марчук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені

Петра Василенка. – 2016. – Вип. 168. – С. 60-63.

4. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений [Текст] / А.П. Белоусов. – М.: Высш.школа, 1980. – 342 с.

5. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. [Текст] / В.Т. Павлице. – К.: Вища школа, 1993. – 556 с.

6. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: Навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей технічних вищих закладів освіти [Текст] / М.Г. Дичковський. – Тернопіль: ТДТУ ім. І.Пулля, 2001. – 277 с.

7. Гурик О.Я. Головка для нарізання внутрішніх різьб [Текст] / О.Я. Гурик, Н.М. Марчук // Матеріали ХІХ Наукової конференції ТНТУ ім. І. В. Пулля, 18-19 травня 2016 року – Т.: ТНТУ, 2016. – С. 34-35.

8. Любін М.В. Дослідження процесу пластичного формоутворення внутрішньої метричної різі інструментом з радіальним переміщенням деформуючих пластин [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.03.05 / Любін Микола Володимирович; Вінницький держ. технічний ун-т. – Вінниця, 1997. – 17 с.

9. Turych V. Investigation of the process of thread extrusion using the ultra sound [Text] / V. Turych, N. Veselovska, V. Rutkevych, S. Shargorodsky // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – №6/1(90). – P. 60-68.

10. Веселовська Н.Р. Контактна взаємодія інструмента з деталлю у процесах поверхневого пластичного деформування з ультразвуком [Текст] / Н. Р. Веселовська, В. В. Турич, В. С. Руткевич // Вібрації в техніці та технологіях. – 2017. – № 2. – С. 51-58.

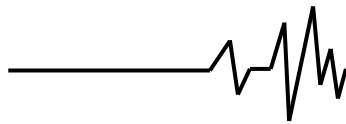
11. Любін М.В. Аналіз конструктивних і технологічних рішень, спрямованих на ефективність виробництва при виготовленні різьбових отворів в нержавіючих сталях [Текст] / М.В. Любін, О. А. Токарчук // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2018. – № 4.

12. Огородников В.А. Використаний ресурс пластичності металу в процесі видавлювання внутрішньої різі [Текст] / В.А. Огородников, О.В. Нахайчук, М.В. Любін // Вестник ВПИ. – 1998. – №1. – С.68-72.

References

1. Menshakov, V.M., Urlapov, G.P., Sereda V.S. (1976). *Besstruzhechnye metcheki*. Moscow: "Mashinostroenie". [in Russian].

2. Komar, R.V., Dubinyak, T.S., Yakim, I.S., Marchuk, M.I. (2016). *Obgruntuvannya parametriv patrona dlya narizannya rizi* [Setting ground chuck for thread cutting] *Visnik Harkivskogo*



nacionalnogo tehničnogo universitetu silskogo gospodarstva imeni Petra Vasilenka. Vip. 168. 80-84. [in Ukrainian].

3. Klendii, V.M., Flonts, I.V., Marchuk, N.M. (2016). Nove tekhnolohichne osnashchennia dlia vidnovlennia i vyhotovlennia vnutrishnikh poverkhon rizbovykh detalei [New technology equipment for recovery and production of internal surface parts threaded]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnogo tekhnichnogo universytetu silskoho gospodarstva imeni Petra Vasylenka*. Vyp. 168. 60-63. [in Ukrainian].

4. Belousov, A.P. (1980) *Proektyrovanye stanochnykh prysposoblenyi*. Moscow: Vyssh. shkola. [in Russian].

5. Pavlyshche, V.T. (1993) *Osnovy konstruiuvannia ta rozrakhunok detalei mashyn*. Kiv: Vyshcha shkola. [in Ukrainian].

6. Dychkovskiy, M.H. (2001) *Tekhnolohichna osnastka. Proektno-konstruktorski rozrakhunky prystosuvan*. Ternopil: TDTU im. I.Puliuia. [in Ukrainian].

7. Huryk, O.Ya., Marchuk, N.M. Holovka dlia narizannia vnutrishnikh rizb. Abstracts of Papers '2019 TNTU im. I. B. Puliuia (pp. 34-35). Ternopil. [in Ukrainian].

8. Lyubin, M.V. (1997) *Doslidzhennya protsesu plastychnoho formoutvorennia vnutrishn`oyi metrychnoyi rizi instrumentom z radial`nym peremishchennyam deformuyuchykh plastyn* [Investigation of the process of plastic molding of the inner metric section with a tool with radial displacement of deformation plates] (*Extended abstract of Candidate's thesis*). Vinnytsia. [in Ukrainian].

9. Turych V., Veselovska N., Rutkevych V., Shargorodsky S. (2017). Investigation of the process of thread extrusion using the ultra sound. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 6/1(90). 60-68. [in English].

10. Veselovska N., Turych V., Rutkevych V. (2017). Kontaktna vzayemodiya instrumenta z detallyu u protsesakh poverkhnevoho plastychnoho deformuvannya z ultrazvukom. [Contact interaction of the tool with the component in the processes of surface plastic deformation with ultrasound]. *Vibration in machinery and technology*. 2. 51-58. [in Ukrainian].

11. Lyubin, M.V., Tokarchuk, O.A. (2018). Analiz konstruktivnykh i tekhnolohichnykh rishen`, spryamovanykh na efektyvnist` vyrobnytstva pry vyhotovlenni riz`bovykh otvoriv v nerzhavivuchykh stal'yakh [Analysis of constructive and technological solutions aimed at the efficiency of production in the manufacture of threaded holes in stainless steels]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*. 4. [in Ukrainian].

12. Ogorodnikov, V.A., Nahaychuk, O.V., Lyubin, M.V. (1998). Vykorystanny resurs plastychnosti metalu v protsesi vydavlyuvannya

vnutrishn`oyi ryzy [Used metal ductility resource in the process of extruding internal risk]. *Vestnik VPI*, 1, 68-72. [in Ukrainian].

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА КРЕПЛЕНИЯ БЕССТРУЖЕЧНОЙ МЕТЧИКОВ НА ПРОЦЕСС ВЫДАВЛИВАНИЯ РЕЗЬБЫ

При внедрении бесстружечных метчиков в производство необходимо учитывать факторы, обусловленные спецификой метода и факторы, влияющие на экономическую эффективность.

Значительный эффект от внедрения машинного способа изготовления резьбовых отверстий в нержавеющей стали бесстружечными метчиками может быть получен только при соблюдении комплекса мероприятий, связанных с выбором оптимального диаметра отверстия и качеством подготовки отверстия под резьбу, выбором способа крепления метчика на станке, скорости выдавливания резьбы, состав смазочно-охлаждающей жидкости, оборудование и другие.

В работе предложена новая конструкция контура для предотвращения поломок инструмента для изготовления внутренних резьбовых отверстий, кроме того конструкция позволяет быстро заменить инструмент на другой размер.

Спроектированная конструкция патрона обеспечивает центрирование инструмента по обрабатываемому отверстию и обеспечивает передачу крутящего момента необходимой величины. Выведены аналитические зависимости и расчетные схемы, которые обеспечивают работоспособность устройства.

Ключевые слова: резьба, предохранительный патрон, метчики, нержавеющая сталь, крутящий момент

INFLUENCE OF THE METHOD OF FASTENING OF THE STRESSLESS TAGS TO THE THRESHOLD PROCESS

Introducing chipless taps into production it is necessary to take into account factors arising from the specifics of the method and factors affecting economic efficiency.

Significant effect from the introduction of the machine method of manufacturing threaded holes in stainless steels with brushless taps can be obtained only if the complex of measures is observed, related to the choice of the optimum hole diameter and the quality of preparation of the hole for the thread, the choice of mounting the tap on the machine, the speed of thread extrusion, coolant equipment and others.

A new contour design has been proposed in the paper to prevent damage to the instrument for



the manufacture of internal threaded holes. In addition, the design allows to replace quickly the instrument to another size.

The designed construction of the cartridge ensures the centering of the tool over the hole being machined and ensures the transmission of torque of the required size. Analytical

dependencies and computational schemes that ensure the operability of the device are derived.

Key words: carving, safety cartridge, taps, stainless steel, torque.

Відомості про авторів

Любін Микола Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв» Вінницького національного аграрного університету: м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, ВНАУ 21008, e-mail: lubin@vsau.vin.ua).

Любин Николай Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологических процессов та оборудования перерабатывающих и пищевых производств» Винницкого национального аграрного университета: г. Винница, ул. Солнечная, 3, ВНАУ 21008, e-mail: lubin@vsau.vin.ua).

Lyubin Mykola – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Technological processes and Equipment for Processing and Food Productions" of Vinnitsa national agrarian university: Vinnitsa, st. Sonyachna, 3, VNAU 21008, e-mail: lubin@vsau.vin.ua.

Токарчук Олексій Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв» Вінницького національного аграрного університету: м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, ВНАУ 21008, e-mail: tokarchuk@vsau.vin.ua).

Токарчук Алексей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологических процессов та оборудования перерабатывающих и пищевых производств» Винницкого национального аграрного университета: г. Винница, ул. Солнечная, 3, ВНАУ 21008, e-mail: tokarchuk@vsau.vin.ua).

Tokarchuk Oleksii – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Technological processes and Equipment for Processing and Food Productions" of Vinnitsa national agrarian university: Vinnitsa, st. Sonyachna, 3, VNAU 21008, e-mail: tokarchuk@vsau.vin.ua.