

ISSN 2307-1699

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ
МАШИНИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ

Випуск 41

Луцьк 2018

УДК 631.3.00

Сільськогосподарські машини: Зб.наук.ст. – Вип. 41. – Луцьк, 2018.–136 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою Луцького національного технічного університету, протокол № 5 від 26.12.2018 р.

У даний збірник включено статті, які висвітлюють питання конструювання та використання сільськогосподарської техніки. Наведено дослідження машин і процесів для посіву, збирання, сушіння та транспортування сільськогосподарських культур. Розглянуто і багато інших питань.

Збірник розрахований на наукових працівників.

The journal contains articles of construction and using agricultural machinery. The machines and processes of planting and harvesting of crops, drying and transportation of agricultural materials as well as other tasks are investigated.

The journal is designed for researchers.

Редакційна колегія: д.т.н., проф., Заслужений діяч науки і техніки, акад. ІАУ Г.А. Хайліс (відповід. ред.), Луцький НТУ; д.т.н., проф. В.Ф. Дідух (заст. відповід. ред.), Луцький НТУ; д.т.н., проф. П.П. Савчук, Луцький НТУ; Ph. D. Eng., В. Владут; д.т.н., проф., акад. ІАУ Б.М. Гевко; к.т.н., проф. Р.В. Кірчук; д.т.н., проф. В.П. Ковбаса; д.т.н., проф. Є. Красовський; д.т.н. проф. Р.Д. Кузьмінський; д.т.н., проф. О.О. Налобіна; д.т.н., проф. С.І. Пустюльга, Луцький НТУ; д.т.н. Є.Й. Ріпещький; д.т.н., проф. Р.М. Рогатинський; д.т.н., проф. В.М. Сало; к.т.н., доц. М.М. Толстушко; д.т.н., проф. В.І. Шваб'юк, Луцький НТУ; д.с-г.н., проф. М.Й. Шевчук; к.т.н., доц. І.Є. Цизь; к.т.н., доц. С.Ф. Юхимчук.

© Луцький національний технічний університет, 2018 (Свідоцтво про держреєстрацію КВ №15902–4374 ПР від 13.11.2009 р.)

УДК 62.229.315 (043.2)

© Бадир Карим Кашаш
Национальный авиационный университет

ФИЗИКА ПРОЦЕССА БЕСКОНТАКТНОЙ МАГНИТНО-ТУРБУЛЕНТНОЙ ОЧИСТКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Показано, что наиболее эффективным способом очистки трущихся поверхностей подшипников качения является бесконтактное магнитно-турбулентное воздействие как на поверхности, так и на микрочастицы ферромагнитной и другой природы, а физика процесса такой очистки заключается в переманчивании поверхностей тел различной массы с фиксированной частотой.

ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ, МАГНИТНО-ТУРБУЛЕНТНАЯ ОЧИСТКА

Постановка проблемы. В производстве и в техобслуживании трибосистемы качения подвергают очистке. Известны различные методы и технологий удаления загрязнений. С учетом конструктивных и технологических различий, а также особенностей эксплуатации подшипников, наибольшее распространение получили ультразвуковые методы их очистки. При этом для разрыхления и ослабления связей загрязнений с подложкой, и последующего их удаления используют преимущественно гидродинамическое воздействие.

Анализ последних исследований и публикаций. Как показали результаты исследований [1, 2], даже такие относительно эффективные методы не всегда обеспечивают требуемый уровень чистоты. В первую очередь эта задача актуальна для приборных и других прецизионных подшипников.

Цель исследования. Построение основы физико-математической модели поведения частиц загрязнений и изучения влияния сил, действующих в процессе очистки на компоненты загрязнений рабочих поверхностей подшипника.

Основная часть. С целью повышения эффективности существующих и разработки новых методов и технологий очистки узлов машин и механизмов в лаборатории нанотриботехнологий НАУ были проведены исследования, направленные на построение основы физико-математической модели поведения частиц загрязнений и изучения влияния сил, действующих в процессе

очистки на компоненты загрязнений рабочих поверхностей подшипника.

В качестве объекта исследования был выбран шарикоподшипник серии 203. Характер потока моющей жидкости, проходящей через подшипник, поддерживался турбулентным, как наиболее распространенный в известных методах и способах. Реализуется его способность эффективно реструктурировать загрязнения и удерживать их в потоке моющей среды.

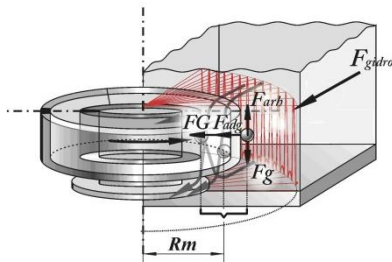


Рис.1 – Силы, действующие на частицу при очистке подшипника

С учетом этих условий, следует обратить внимание на то, что при очистке известными методами на частицу, находящуюся на поверхности тракта качения подшипника, действуют следующие силы (рис.1): гравитационная составляющая F_g , сила Архимеда F_{arh} , сила гидродинамического сопротивления F_{gidro} , сила адгезии F_{adg} , магнитная составляющая доменов F_m [1].

Гравитационные силы отражают взаимодействие двух тел с массами m_1 и m_2

$$F_g = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (1)$$

где $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{М}^3}{\text{кг}^2 \cdot \text{с}^2} \right)$, r - расстояние между телами.

В качестве моющей среды преимущественно используются углеводородные жидкости и поверхностно активные вещества. Керосины относят к низкомолекулярным углеводородным соединениям. Молекулы керосина в среднем содержат 8 метиленовых групп (рис. 2) [3].

Таким образом, расстояние между поверхностями, смоченными мономолекулярным слоем керосина составит 1,774 нм. Масса частицы диаметром 0,1...10 мкм находится в диапазоне $0,4 \cdot 10^{-21} \dots 0,4 \cdot 10^{-14}$ кг. С учетом этих значений из формулы (1) следует, что для частицы загрязнения размером 0,1...10 мкм

гравитационная составляющая в среде керосина для случая с подшипником серии 208 (масса внутреннего кольца – 0,038 кг) будет находиться в диапазоне от $3,23 \cdot 10^{-16}$ до $3,23 \cdot 10^{-9}$ Н и зависит от размера частицы.

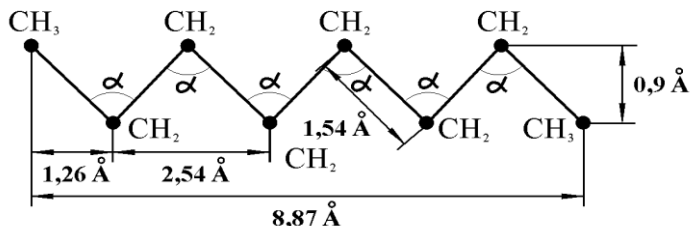


Рис. 2 – Структура молекулы керосина

Силу Архимеда F_{arh} , действующую на частицу в промывающем растворе, описывает выражение

$$F_{arh} = \rho q V . \quad (2)$$

Силы гравитационного притяжения Земли, действующие на частицы загрязнения, определяются их размерами $F=mg_0$, и составляют для указанных выше условий $0,39 \cdot 10^{-20} \dots 0,39 \cdot 10^{-13}$ Н. С учетом разделения частиц загрязнений мономолекулярным слоем керосина, адгезионной составляющей силы можно пренебречь. Силы Ван-дер-Ваальса проявляются на расстоянии диаметров атомов. Так как расстояние между поверхностями частицы и обоймы не менее 2-х длин молекул керосина, то силами межатомного притяжения также можно пренебречь.

Согласно формуле Н.Е. Жуковского [4] сила лобового сопротивления частицы сферической формы в потоке моющей среды определяется формулой

$$F_x = 0,2 \cdot \pi \cdot d_c^2 \cdot \rho \cdot \Delta u^2 , \quad (3)$$

где d_c – диаметр частицы, м; ρ – плотность жидкости, кг/м³; Δu – скорость потока жидкости относительно частицы, м/с.

В случае использования в качестве моющей среды керосина при скорости потока $\Delta u = 1,2$ м/с, достаточной для образования турбулентного характера течения в каналах подшипника качения, сила лобового сопротивления рассматриваемой частицы составит от $7,24 \cdot 10^{-12}$ до $7,24 \cdot 10^{-8}$ Н.

Исходя из вышеизложенного, основной силой, действующей на загрязнения в процессе очистки поверхности, является гидродинамическая сила. Экспериментальное и

теоретическое исследования подтверждают уменьшение скорости движения моющей жидкости в приграничных слоях, а также то, что значительное количество особо мелких частиц затенено неровностями поверхности. Существенно, что шероховатость может служить и турбулизатором потока. Наличие в таком течении поперечных пульсаций скоростей жидкости (в поперечном сечении) способствует переносу твердых частиц в массу моющей среды и поддержанию их во взвешенном состоянии.

При условии формирования взвеси фрагментов загрязнения обеспечивается перемещение элементарных объемов жидкости указанными пульсациями скоростей v'_{oz} . Следовательно, сила сопротивления подъему F_y определяется формулой

$$F_y = 3\pi\mu d_c v'_{oz}, \quad (4)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости, $\text{м}^{-1}\cdot\text{кг}\cdot\text{с}^{-2}$; d_c – диаметр частицы, м; v'_{oz} – скорость поперечной пульсации, м/с.

Тогда, для частиц диаметром $0,1\ldots 10\cdot 10^{-6}$ м в керосине (при 20°C $\mu = 12,8$; $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$) при $\Delta u = 1,2$ м/с сила сопротивления подъему составит $1,5\cdot 10^{-5}\ldots 1,5\cdot 10^{-3}$ Н. Следовательно, при определенном значении скорости v'_{oz} (степени турбулизации потока) худшие условия для подъема в потоке будут для крупных и тяжелых частиц взвеси. При ламинарном течении жидкости ($v'_{oz} = 0$) подъем частиц и удержание их в объеме во взвешенном состоянии сильно затруднено.

С учетом этого фактора гидродинамическая составляющая воздействующих сил примет вид

$$\vec{F}_{\text{гидро}} = \vec{F}_x + \vec{F}_y. \quad (5)$$

где \vec{F}_x и \vec{F}_y – векторные составляющие силы по осям x и y соответственно.

Анализ литературных источников, а также результаты проведенных авторами экспериментов показали, что на границах доменов конструкционных материалов имеют место достаточно сильные магнитные поля, что вместе с остаточной намагниченностью деталей значительно препятствует [2] отрыву и удалению из рабочих поверхностей частиц загрязнений ферромагнитной природы. С учетом этого рассматриваемую систему можно представить совокупностью пар диполей (рис. 3).

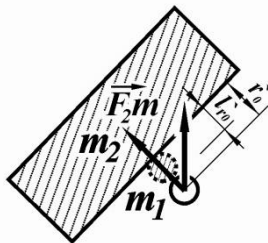


Рис. 3 – Магнитное взаимодействие частицы загрязнения ферромагнитной природы с обоймой подшипника

Для частицы m_1 загрязнения, на поверхности которого магнитная индукция B составляет 10 мТл (при допущении идентичности материала загрязнения и деталей подшипника), напряженность магнитного поля будет иметь вид:

$$H = \frac{B}{(\mu_0 \mu_m)} = 1,45 (A / м), \quad (6)$$

где μ_m – магнитная проницаемость материала. Тогда намагниченность будет соответствовать

$$M_m = \frac{B}{\mu_0} - H = 7956,3 (A / м). \quad (7)$$

Для рассматриваемой частицы с объемом V_{m1} в диапазоне от $5,24 \cdot 10^{-22}$ до $5,24 \cdot 10^{-16}$ м³ и объема обоймы подшипника $V_{m2} = 4,9 \cdot 10^{-6}$ м³ момент диполя равен

$$P = M_m \cdot V = ql, \quad (8)$$

где V – объем частицы либо обоймы подшипника, q – заряд диполя, l – плечо диполя.

Магнитная сила взаимодействия частицы в поле внутреннего кольца подшипника составит

$$F_m = \frac{\mu_0 q_1 H}{4\pi}, \quad (9)$$

и для рассматриваемого случая будет принимать значения от $2,9 \cdot 10^{-14}$ до $2,9 \cdot 10^{-7}$ Н.

Выводы. Отрыв частиц загрязнений размером менее 5 мкм с деталей сложных и затененных рабочих поверхностей, а также удержание их во взвеси моющего раствора крайне затруднено.

Причиной снижения эффективности очистки известными методами есть сложный профиль полостей трибосистем качения, затрудняющий удаление частиц микро-, субмикро- и наноразмера.

Сопоставление сил удержания частиц загрязнений на поверхностях трибосистем качения подтвердило необходимость особого рассмотрения магнитного взаимодействия исследуемых объектов на доменном уровне.

Литература

1. Аксьонов О.Ф., Стельмах О.У., Костюнік Р.Є., Кушев О.В. Електромагнітна складова утворення феромагнітних забруднень // Проблеми тертя та зношування: Науково-технічний збірник. – К.: НАУ 2006. – Вип.46. – С. 91 – 102.
2. Аксьонов О.Ф., Костюнік Р.Є., Кушев О.В. Підвищення функціональної якості підшипників кочення шляхом електромагнітного очищення // Проблеми тертя та зношування: Науково-технічний збірник. – К.: НАУ 2008. – Вип.49. – Т. 1. С.9 – 13.
3. Аксенов А.Ф. Авиационные топлива, смазочные материалы и специальные жидкости – М.: Транспорт., 1965. – 171 с.
4. Белянин П.Н., Данилов В.М. Промышленная чистота машин – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.

УДК 630.3

© О.М. Боровицький

Волинське обласне управління лісового та мисливського господарства

ВИМОГИ СТАНДАРТУ ISO 45001:2018 «СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ЗДОРОВ'Я І БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ» ЯК ОДИН З НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

В статті наведено діючі системи управління охороною праці в лісових господарствах, напрями розвитку та інтеграції лісових підприємств відповідно до вимог міжнародного стандарту (ISO 45001:2018).

Ризик, ризик-орієнтований підхід, ISO 45001:2018, ДСТУ OHSAS 18001:2010. Системи управління гігієною та безпекою праці, запобігання ризикам, оцінка ризиків, усунення ризиків, адаптування до технічного прогресу, моніторинг, оцінка і

коригувальні дії, поліпшення умов безпеки та гігієни праці, ідентифікація виробничих небезпек, запобіжні дії.

Постановка проблеми. Всі підприємства залучають до виконання певних робіт трудові ресурси. Ризик – вплив невизначеності чи міра небезпеки, ймовірність заподіяння шкоди з урахуванням її важкості, яким можуть піддаватися працівники на робочих місцях. Особливої уваги заслуговують роботи, що виконуються в лісogосподарській галузі, пов'язані з умовами праці, які є важкими, напруженими та потребують професійного відбору.

Перехід на ринкові відносини потребує реконструкції виробничих технологій, але й реструктуризації системи управління, оновлення технологій управління, його функцій [1].

Аналіз досліджень та публікацій. За даними служби охорони праці Держлісагентства України на підпорядкованих підприємствах лісового господарства діє «Система управління охороною праці та ризиками» (ДСТУ OHSAS 18001:2010) [2].

Мета дослідження. Проаналізувати існуючі впровадженні системи управління охороною праці на лісogосподарських підприємствах та запропонувати перехід лісogосподарств на міжнародний стандарт ISO 45001:2018 і рекомендувати його впровадження в системи управління охороною здоров'я праці і безпекою праці в лісових господарствах України.

Результати дослідження. За даними Міжнародної організації праці (МОП), в даний час налічується більше ніж 2,78 мільйона смертей на рік в результаті нещасних випадків або професійних захворювань. І це на додаток до 374 млн. нещасних травм і захворювань. За даними МОП економічний тягар недостатньої уваги до охорони праці та здоров'я оцінюється в 4% річного світового валового внутрішнього продукту (ВВП). Роботодавці стикаються з витратами, пов'язаними з достроковими виходами на пенсію, втратою кваліфікованого персоналу, відсутністю на роботі і значними страховими виплатами внаслідок нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань. Стандарт ISO допоможе поліпшити менеджмент охорони праці та культури виробництва на глобальному рівні.

Це дозволить збалансувати коефіцієнти частоти загального травматизму та смертельного травматизму, що сприятиме соціально страховій захищеності працівників.

Протягом 2018 року на підприємствах лісового господарства України (які входять до сфери управління ДАЛРУ) травмувалося 25 працівників, в тому числі 7 осіб загинуло. Створення безпечного робочого середовища дуже важливе для

успіху будь-якої організації і є одним з найкращих способів залучення і збереження персоналу, а також збільшення продуктивності праці.

А тому роботодавці та працівники повинні випрацювати в собі, ризик-орієнтований підхід та мислення при залученні до роботи та її виконання.

ISO як Міжнародна організація зі стандартизації є всесвітньою федерацією національних органів із стандартизації. Розробка документів ISO 45001:2018, призначені процедури для його підтримки описані в Директивах ISO/IEC. 12 березня 2018 року Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) видала остаточну версію нового міжнародного стандарту ISO 45001.

ISO 45001:2018 замінить британський стандарт BS OHSAS 18001:2007 і стає першим визнаним на міжнародному рівні стандартом для системи управління охороною здоров'я і безпеки праці.

Для будь-якої організації, яка залучена до системи управління охороною здоров'я і безпекою праці на робочих місцях стандарт ISO 45001:2018 є головним. Стандартом передбачено основні вимоги щодо охорони здоров'я і безпеки на підприємствах. Значна увага приділена зацікавленим сторонам як зовнішнім так і внутрішнім, що є основною складовою ризик-орієнтованого підходу при управлінні безпекою праці.

Тому необхідно переходити на вимоги дієвих міжнародних стандартів шляхом впровадження в лісових господарствах системи управління ризиками охороною здоров'я і безпекою праці (ОЗіБП) згідно з принципами та критеріями вимог стандарту ISO 45001:2018.

Згідно статистичних даних рівень виробничого травматизму знизився після впровадження згаданої СУОП ДСТУ OHSAS 18001:2010, проте враховуючи Директиву №89/391/ЄС від 12.06.1989 щодо запровадження заходів заохочення поліпшення безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі [3]. Підхід до системи управління ОЗіБП заснований на концепції циклу Plan-Do-Check-Act (PDCA), Плануйте-Робіть-Перевіряйте-Дійте[4].

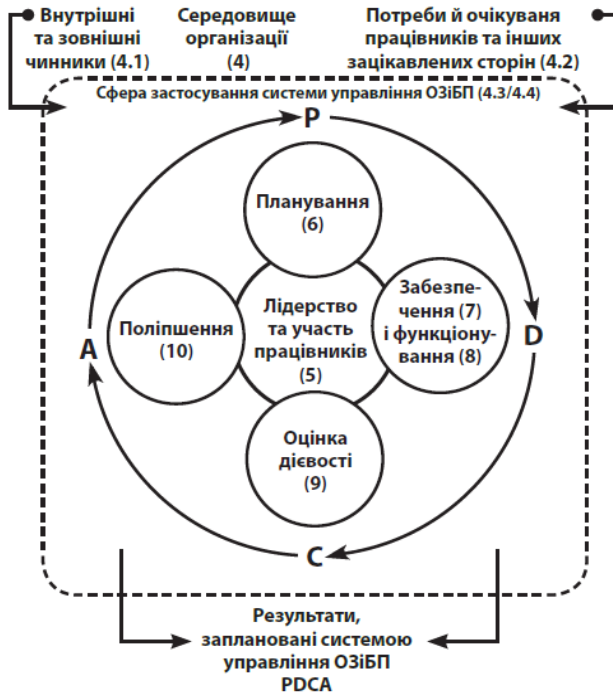


Рис. 1 – Зв'язок циклу PDCA зі структурою ISO 45001:2018

Проте, багато аспектів даного питання все ж таки ще потребують подальшого дослідження щодо практичного застосування.

З 31 жовтня по 2 листопада 2018 року спеціалістами Українського центру підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів лісового господарства був проведений семінар-практикум «Розробка та впровадження систем менеджменту гігієни та охорони праці на основі управління ризиками. Вимоги стандарту ISO 45001:2018». Участь у ньому взяли інженери з охорони праці та спеціалісти управлінь галузі лісового господарства. В основу семінару було закладено вимоги та ознайомлення керівників і фахівців лісгосподарських підприємств з концепцією реформування системи управління охороною праці, новими підходами в галузі охорони праці, питаннями управління ризиками небезпек і вимогами нового міжнародного стандарту ISO 45001:2018. Їх впровадження дозволяє значно знизити ризики для здоров'я і життя

працівників на робочих місцях підприємств лісового господарства. Усі учасники семінару отримали сертифікат від Академії управління ризиками в системах менеджменту редакції журналу «Охорони праці» та «Укрцентркадриліс», що стало першим кроком до адаптації підприємств галузі лісового господарства згідно з ISO 45001:2018.

Для переходу на новий стандарт ISO45001:2018 надається три роки від дати його офіційного опублікування. Пропонується:

вивчити текст і вимоги стандарту шляхом проведення семінар-практикумів;

впровадити пілотний проєкт стандарту на одному із підприємств лісової галузі;

здійснити діагностику аналізу та аудиту щодо вимог стандарту;

розробити програму впровадження норм стандарту;

удосконалити кроки системи управління гігієною і безпекою праці в напрямку середовища підприємства, вимог зацікавлених сторін, управління ризиками та можливостями поліпшення системи управління, підвищення ролі керівників підприємств;

проаналізувати та підтвердити роль, відповідальність і повноваження лідерів;

проаналізувати системи управління продуктами й послугами, які отримуються за використанням сторонніх ресурсів;

переконатися у вимогах, які передбачено в документуванні інформації, правильно розуміють;

сертифікувати підприємства щодо системи управління гігієною та безпекою праці, щодо відповідності стандарту ISO 45001:2018.

Висновок. Проведений аналіз діючих систем управління охороною праці на підприємствах галузі лісового господарства із врахуванням вимог законодавства, які передбачають перехід на вимоги міжнародного стандарту ISO45001:2018.

Література

1. Гогіташвілі Г.Г. Системи управління охороною праці: навчальний посібник / Г.Г. Гогіташвілі. – Львів : Афіша, 2002. – 320 с.– ISBN 966-7760-75-8 ст. 143.

2. Наказ Держлісагентства України від 07.12.2015 року №260 Методичні рекомендації щодо впровадження системи управління охороною праці та ризиками на підприємствах які перебувають у сфері управління Державного агентства лісових ресурсів України.

3. Директива № 89/391/ЕЭС СОВЕТА о введении мер, содействующих улучшению безопасности и гигиены труда работников на производстве.

(http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_b23).

4. ISO 45001 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги» (<https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html>).

УДК 630 674.093.26

© М.В. Вржеш, к.т.н., Л. М. Дацюк, к.т.н.
Луцький національний технічний університет

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ НА МІЦНІСТЬ ШПОНОВАНИХ З'ЄДНАНЬ МЕХАНІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ

У статті розглянуто вплив механічної активації поверхонь натуральних шпонів шляхом попереднього обтиснення на адгезію клейового прошарку як до облицювального матеріалу, так і до деревної основи. Представлено та проаналізовано результати експериментальних досліджень.

**АДГЕЗІЯ, ДЕФОРМАЦІЯ, КЛЕЙ, КОНТАКТ,
ОБЛИЦЮВАННЯ, ПЛОЩА, ПРЕС, ШОРСТКІСТЬ, ШПОН**

Постановка проблеми. Прогрес меблевого виробництва у час ринкових відносин тісно пов'язаний зі зниженням собівартості та токсичності готової продукції, зокрема і шпонованих виробів (оздоблювальних панелей, корпусних меблів, дверей). Конкурування за ринок збуту змушує виробників економити сировину, матеріали, енергоресурси, а також впроваджувати екологічно чисті технології. Особливої ваги набуває проблема використання вартісних імпортних карбамідоформальдегідних клеїв, які мають хороші адгезивні властивості, однак призводять до надмірного виділення формальдегіду із клейового прошарку. Ефективність використання зазначених клеїв у виготовленні шпонованих виробів значною мірою залежить від стану поверхонь використовуваних облицювальних матеріалів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До відомих праць з даної тематики належать роботи П.А. Бехти [1], В.Є. Гуля [2], М.Д. Кірика [3], О.О. Шепелюка [4], В.В. Шостака [5].

Зазначені автори відзначають, що серед способів активування поверхонь системи клей – шпон перед склеюванням оптимальним являється механічне усунення інактивного шару (обробка поверхні абразивним інструментом, пресування, прокат, термопрокат). Крім того, ця технологічна операція забезпечує для шпонованих виробів найкращі екологічні показники.

Мета дослідження – дослідити адгезійну міцність клейового прошарку шпонованих з'єднань, які одержані з використанням обтисненого шпону та карбамідоформальдегідного клею.

Результати дослідження. Адгезійну міцність системи шпон-клей з врахуванням поперечного обтискування облицювального матеріалу можна оцінити за допомогою математичної моделі, запропонованої у роботі [4]:

$$W_A = W_1 \cdot N_1 \cdot S_{\Phi}, \quad (1)$$

де W_A – робота адгезії; W_1 – середня енергія одиничного зв'язку; N_1 – кількість зв'язків в перерахунку на одиницю площі контакту клею і шпону; S_{Φ} – фактична площа контакту клею і шпону.

Згідно виразу (1) покращення адгезії клею до шпону залежить від заповнення мікронерівностей облицювальної поверхні рідким полімерним субстратом, тобто визначальним фактором є площа контакту. Що стосується впливу шорсткості на розміри плями контакту, то його оцінку можна зробити, побудувавши дві геометричні моделі мікронерівностей поверхні шпону – до і після обтискування (рис. 1).

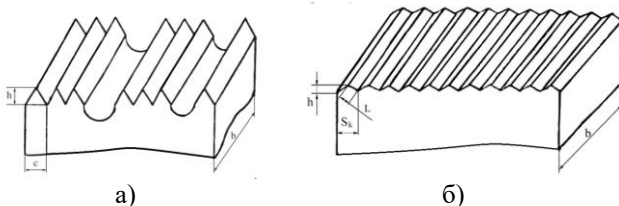


Рис. 1 – Геометрична модель розташування мікронерівностей на поверхні шпону [5]: а) до обтискування; б) після обтискування

В даному дослідженні використано дубовий, ясеневий та вільховий шпони, а також карбамідоформальдегідний клей. Основа – деревний масив сосни. Зазначені зразки шпону обтиснено за допомогою гвинтового пристрою (рис. 2, табл. 1-3).

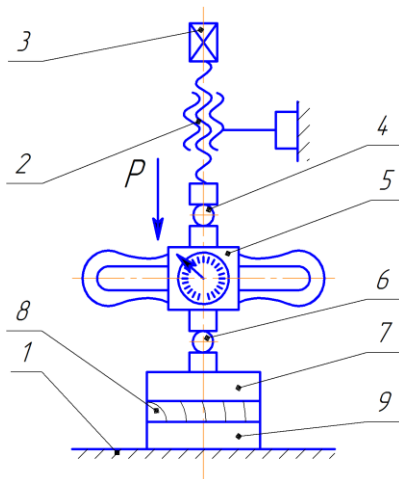


Рис. 2 – Схема гвинтового пристрою для попереднього обтиснення шпону: 1 – стіл; 2 – гайка; 3 – завантажувальний гвинт; 4,6 – верхній та нижній кулькові під'ятники; 5 – динамометр; 7,9 – верхній та нижній пуансони; 8 – шпон

Згідно схеми (рис.2) попереднє обтискування шпону здійснюється у такій послідовності. Спочатку шпон вкладають між нижнім та верхнім пуансонами. За допомогою гвинтового навантажувального пристрою створюється притискне зусилля P , яке далі передається до верхнього пуансона через верхній кульковий під'ятник, динамометр та нижній кульковий під'ятник. Таким чином, шпон обтискується з обох поверхонь з певним зусиллям, яке фіксується динамометром.

Таблиця 1 – Ступені ущільнення шпонів

Зусилля обтиснення, кН	Вид шпону		
	Ясен	Дуб	Вільха
1	1,8%	6,3%	3,4%
2	3,6%	7,9%	5,2%
3	5,5%	9,5%	8,6%

Таблиця 2 – Результати вимірювань товщин та шорсткостей необтисненого шпону

№	Вид шпону					
	Ясен		Дуб		Вільха	
	h, мм	R _a , мкм	h, мм	R _a , мкм	h, мм	R _a , мкм
1	0,55	4,53	0,63	5,65	0,59	2,51
2	0,54	4,45	0,63	5,65	0,6	2,56
3	0,55	4,53	0,62	5,56	0,58	2,47
4	0,54	4,45	0,63	5,65	0,59	2,51
5	0,53	4,37	0,62	5,56	0,59	2,51
6	0,55	4,53	0,61	5,47	0,57	2,43
7	0,58	4,78	0,65	5,83	0,58	2,47
8	0,55	4,53	0,62	5,56	0,58	2,47
9	0,58	4,78	0,66	5,92	0,57	2,43
10	0,54	4,45	0,63	5,65	0,58	2,47
Середні значення параметрів						
	0,55	4,53	0,63	5,65	0,58	2,47

Таблиця 3 – Ступені деформування мікропрофілей поверхонь шпонів

Зусилля обтиснення, кН	Вид шпону		
	Ясен	Дуб	Вільха
1	14%	15%	16%
2	17%	18%	28%
3	19%	21%	32%

Для фіксації втрати міцності клейового з'єднання використовували випробувальну машину МІ-40КУ, а результати досліджень подаються на рис. 3.

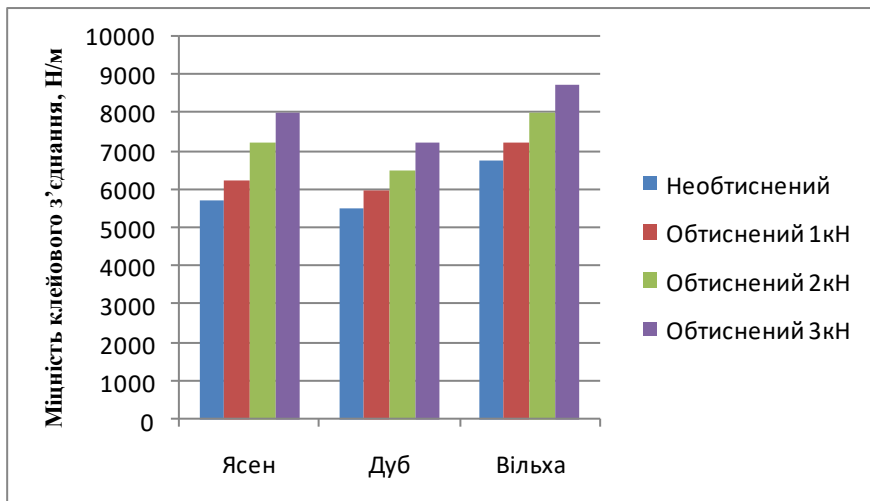


Рис. 3 – Результати досліджень міцності шпонованих з’єднань до та після обтиснення

Висновки. Найбільше ущільнення зафіксовано для дубового шпону (тиск обтиснення 3 МПа, ступінь ущільнення 9,5%), а найменше – для ясену (тиск обтиснення 1 МПа, ступінь ущільнення 1,8%). Загалом ступінь ущільнення пропорційний тиску обтиснення, товщині зразків шпону та породі деревини (тверда чи м’яка).

Для з’єднань ясенового шпону з основою спостерігається суміжне ступінчасте зростання адгезійної міцності (8,7%; 16%; 10,3% – для тисків обтиснення, відповідно 1 МПа; 2 МПа; 3 МПа). Найбільшу середню міцність клейового з’єднання зафіксовано для тиску обтиснення 3 МПа (8000 Н/м, зростання на 39%), а найменшу – для необтисненого шпону (5750 Н/м).

Для з’єднань дубового шпону з основою спостерігається також суміжне ступінчасте зростання адгезійної міцності (9,1%; 8,3%; 11,5% – для тисків обтиснення, відповідно 1 МПа; 2 МПа; 3 МПа). Найбільшу середню міцність клейового з’єднання зафіксовано для тиску обтиснення 3 МПа (7250 Н/м, зростання на 32%), а найменшу – для необтисненого шпону (5500 Н/м).

Для з’єднань вільхового шпону з основою спостерігається аналогічне суміжне ступінчасте зростання адгезійної міцності (7,4%; 10,3%; 9,4% – для тисків обтиснення, відповідно 1 МПа;

2 МПа; 3 МПа). Найбільшу середню міцність клейового з'єднання зафіксовано для тиску обтиснення 3 МПа (8750 Н/м, зростання на 30%), а найменшу – для необтисненого шпону (6750 Н/м).

Механічне активування поверхнь шпону шляхом попереднього обтиснення перед склеюванням призводить до зростання адгезійної міцності шпонованих з'єднань, оскільки збільшується площа контактної поверхні системи шпон – клей та кількість одиничних клейових містків.

Література

1. Бехта П.А. Виробництво та обробка лущеного та струганого шпону: Навчальний посібник. К.:ІСДО, 1995. – 296 с.
2. Гуль В.Е. Структура и прочность полимеров. – М. : Изд-во "Химия", 1978. – 327 с.
3. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Підручник для ВНЗ. – Львів: Кольорове небо, 2006. – 412 с.
4. Шепелюк О.О. Адгезійна міцність фанери з попередньо ущільненого шпону// Наук.вісник УкрДЛТУ: 36. наук.-техн. праць.– Львів: УкрДЛТУ. – 2010, вип.20.6. – с. 122-126.
5. Шостак В.В. Теорія і конструкції деревообробного обладнання /Шостак В.В.,Савчук Я.І.,Савич М.М.: Конспект лекцій.– Львів: НЛТУ України, 2009. – 376 с.

УДК 630.3(075.8)

© М.В. Вржеш, к.т.н., О.М. Касян
Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ ПРОЦЕСУ ПИЛЯННЯ ДЕРЕВИНИ ЛАНЦЮГОВИМИ МОТОРИЗОВАНИМИ ПИЛКАМИ

У статті розглянуто методику визначення коефіцієнта корисної дії пиляльних апаратів та коефіцієнта вартості переведення у тирсу одиниці об'єму деревини при пилянні ланцюговими електромоторними та бензиномоторними пилками.

ПРОЦЕС, ПИЛКА, ПОТУЖНІСТЬ, ПИЛЯННЯ, ЛАНЦЮГ

Постановка проблеми. У держлігоспах Волинського обласного управління лісового та мисливського господарства на лісозаготівельних роботах зайнято понад 1100 працівників, причому щорічні витрати на утримання одного лісоруба при нормі заготовлі 55 м³ за зміну складають 267 825 грн. Тому необхідно зменшувати затрати на собівартість продукції шляхом удосконалення технологій лісозаготівель на основі порівняльного аналізу енергетичних показників процесів пиляння, а також мінімізації затрат, пов'язаних з експлуатацією ланцюгових моторизованих пил [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасний стан ринку ланцюгових моторизованих пилок насичений як вітчизняними, так і закордонними моделями. Водночас постають питання, які пов'язані з їх експлуатацією, зокрема з оцінкою економічності процесу пиляння як електромоторними, так і бензиномоторними ланцюговими пилками масиву деревини різних порід. Таким чином, вибір моторизованого дереворізального інструменту з огляду на вартість виконання технологічних процесів як для лісгосподарських підприємств, так і для приватних користувачів, набуває особливої ваги та значення [2-5].

На процес пиляння ланцюговою моторизованою пилою впливає ціла низка факторів, зокрема швидкості різання та подачі, потужності приводів, порода, вологість, стан деревини та затуплення різців пилки. На практиці важко досягнути хоча б двох пропилів, однакових за затратами енергії на цей процес, тому питання оптимального пиляння за допомогою ланцюгових моторизованих пилок різних моделей є актуальним [6].

Мета дослідження - встановити взаємозв'язок між показниками економічності процесу пиляння електромоторними, бензиномоторними ланцюговими пилками різних потужностей та породами деревини.

Результати дослідження. В якості характеристик економічності процесу пиляння моторизованими ланцюговими пилками було визначено: по-перше, вартість переведення в тирсу одиниці об'єму деревини за формулами (1), (3); по-друге, коефіцієнт корисної дії пиляльного апарата за формулами (2), (4).

Вартість переведення у тирсу одиниці об'єму деревини при пилянні бензиномоторними пилками (грн/дм³):

$$K_B = \frac{\Delta V \cdot C}{V_{II}} \cdot 1000, \quad (1)$$

де ΔV – зміна об’єму палива в мірній посудині за час вимірювань, см^3 ;

C – вартість одиниці об’єму паливної суміші ($C = 0,334$ грн/ см^3);

$V_{\text{п}}$ – об’єм пропилу, см^3 .

Коефіцієнт корисної дії пиляльного апарата бензиномоторної пилки:

$$\eta_B = \frac{N_p \max}{N_e}, \quad (2)$$

де $N_p \max$ - максимальна потужність різання при пилянні, кВт;

N_e – ефективна потужність приводного двигуна, кВт.

Вартість переведення у тирсу одиниці об’єму деревини при пилянні електромоторними пилками (грн/ дм^3):

$$K_E = \frac{W \cdot T}{V_{\text{п}}} \cdot 1000, \quad (3)$$

де W - кількість спожитої електричної енергії ланцюговою електромоторною пилкою, кВт·год;

T – тариф на електроенергію ($T = 0,9$ грн/кВт·год).

Коефіцієнт корисної дії пиляльного апарата електромоторної пилки:

$$\eta_E = \frac{N_p \max}{N}, \quad (4)$$

де N – номінальна потужність електродвигуна, кВт.

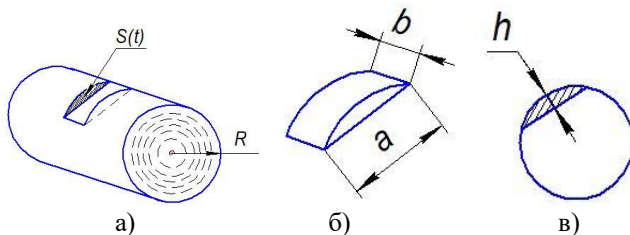


Рис.1 – Геометрична інтерпретація елементів пропилу:
 а) фрагмент пропилу; б) циліндричний сегмент;
 в) круговий сегмент

Об'єм пропили в даний момент часу t :

$$V_{\Pi}(t) = S_{\Pi}(t) \cdot b, \quad (5)$$

де $S_{\Pi}(t)$ – площа пропили в см^2 на момент часу t , с.
 b – ширина пропили, см

Площа пропили в даний момент часу t :

$$S_{\Pi}(t) = R^2 \arccos\left(\frac{R-h}{R}\right) - (R-h) \cdot \sqrt{2Rh-h^2}, \quad (6)$$

де R – радіус колоди, см;

h – висота пропили (см), причому:

$$h(t) = \mathcal{G}_s \cdot t; \quad (7)$$

$$\mathcal{G}_s = 2R/t. \quad (8)$$

У формулі (7) $\mathcal{G}_s = \text{const}$ – швидкість подачі, см/с.

Функція потужності на різання при пилянні:

$$N_p(t) = \frac{k \cdot V_{\Pi}(t)}{t}, \quad (9)$$

де k – питома робота різання при пилянні, Дж/см³;

$V_{\Pi}(t)$ – об'єм пропили в см³ на момент часу (тривалості пиляння) t , с.

Питому роботу різання при пилянні визначали за формулою:

$$k = k_0 a_n a_w a_p a_B, \quad (10)$$

де k_0 – значення основної питомої роботи різання при пилянні, Дж/см³;

$a_n a_w a_p a_B$ – поправкові коефіцієнти відповідно до породи, вологості, затуплення пилки і стану деревини.

Методика досліджень економічності пиляння ланцюговими моторизованими пилками при постійній швидкості подачі полягала у наступному. Спочатку вимірювали та визначали необхідні спільні параметри перед початком експериментів, зокрема: діаметр колоди; породу деревини; вологість деревини; ширину пропили; об'єм пропили; значення коефіцієнтів, що враховують породу, вологість, стан деревини; значення коефіцієнта, що враховує різальну здатність ланцюга; крок зубів ланцюгової пилки; об'єм міжзубової западини; питому роботу різання при пилянні. Крім того, для бензиномоторного інструменту визначали радіус приводної зірочки,

об'єм та масу проби палива, густину паливної суміші, вартість одиниці об'єму паливної суміші, ефективну потужність, питому ефективну витрату рідкого палива, годинну витрату рідкого палива. Також для електромоторного інструменту визначали швидкість різання, тариф на електроенергію, номінальну потужність, максимальну частоту обертання колінчастого вала.

Протягом експериментів вимірювали тривалість процесу різання та об'єми одержаної тирси. Крім того, при пилянні бензиномоторними пилками вимірювали зміну об'єму палива в мірній посудині та частоту обертання колінчастого вала. Також при пилянні електромоторними пилками вимірювали кількість спожитої електроенергії.

Було використано апаратуру та обладнання, зокрема експериментальну установку, інвертор, електронну вагу, електронний безконтактний тахометр, ватметр, а також вологомір. Досліджено зразки деревини сосни (вологість 16.5%, граба 20.9% та ясена 12.5%). В даній роботі досліджено процеси пиляння електромоторними ланцюговими пилками Grizzly 2000 QT (потужність – 1,8 кВт, рис.2, а), Husqvarna 321 (потужність – 2 кВт, рис.2, б), Бригадир Standart (потужність – 2,4 кВт, рис.2, в), а також бензиномоторними ланцюговими пилками Husqvarna 236 (потужність – 1,4 кВт, рис.3, а), Husqvarna 340 (потужність – 2 кВт, рис.3, б), Бригадир Proffecional (потужність – 2,7 кВт, рис.3, в).

Були обчислені такі характеристики процесу пиляння: функції площі та об'єму пропилу, потужності різання при пилянні; коефіцієнти вартості одиниці об'єму деревини переведеної в тирсу та корисної дії пиляльних апаратів.

Одержані результати досліджень процесу пиляння ланцюговими моторизованими пилками подаються на рис.4, 5.



а)



б)



в)

Рис. 2 – Електромоторні ланцюгові пилки:
а) Grizzly 2000 QT (Німеччина); б) Husqvarna 321 (Швеція);
в) Бригадир Standart (Україна)



а)



б)



в)

Рис. 3 – Бензиномоторні ланцюгові пилки:
а) Husqvarna 340 (Швеція); б) Husqvarna 236 (Швеція);
в) Бригадир Professional (Україна)

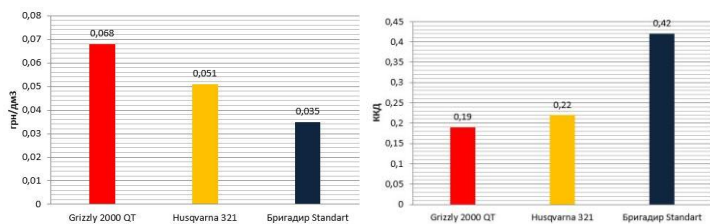
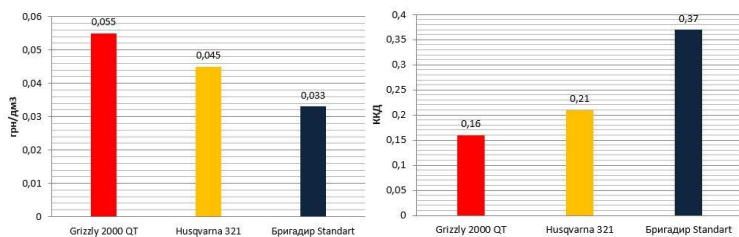
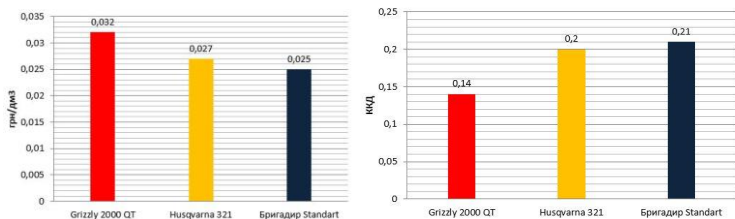
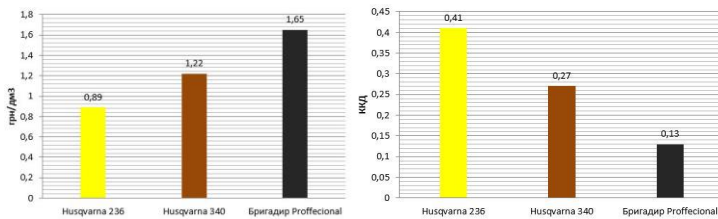
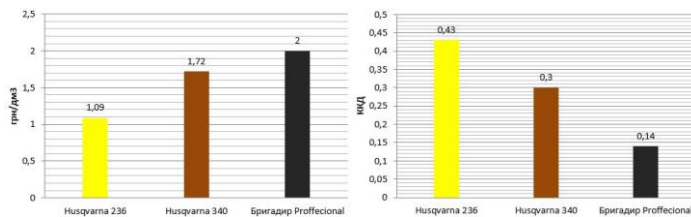


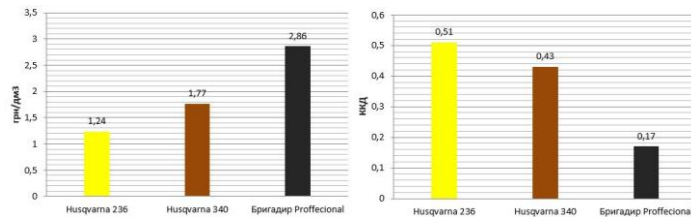
Рис. 4 – Результати дослідження процесу пиляння порід деревини електромоторними ланцюговими пилами: а) сосна; б) граб; в) ясен



а)



б)



в)

Рис. 5 – Результати дослідження процесу пиляння порід деревини бензиномоторними ланцюговими пилами: а) сосна; б) граб; в) ясен

Висновки. Встановлено, що при збільшенні потужності електричного приводу коефіцієнт корисної дії пиляльних апаратів зростає, тому раціональне використання енергії електроприводу спостерігається для більш потужних марок ланцюгових електропил. При пилянні деревини твердих порід (граб, ясен) коефіцієнт корисної дії пиляльних апаратів ланцюгових електромоторних пил зростає.

При збільшенні ефективної потужності двотактного двигуна внутрішнього згоряння коефіцієнт корисної дії спадає, тому ефективна механічна енергія на колінчастому валу використовується не раціонально для більш потужних марок

ланцюгових бензиномоторних пил. При пилянні деревини твердих порід (граб, ясен) коефіцієнт корисної дії пиляльних апаратів ланцюгових бензиномоторних пил зростає.

Загалом, за коефіцієнтом корисної дії пиляльних апаратів, для ланцюгового різального інструменту однакової потужності приводу $N = 2$ кВт (Husqvarna 321, Husqvarna 340), більш ефективними є бензиномоторні пилки.

Встановлено, що при збільшенні потужності електричного приводу коефіцієнт вартості переведення у тирсу одиниці об'єму деревини ланцюгових електромоторних пил спадає, тому економічність процесу пиляння електромоторними пилками краща для більш потужних приводів. При пилянні деревини твердих порід (граб, ясен) коефіцієнт вартості переведення у тирсу одиниці об'єму деревини ланцюгових електромоторних пил зростає.

При збільшенні потужності двигуна внутрішнього згоряння коефіцієнт вартості переведення у тирсу одиниці об'єму деревини ланцюгових бензиномоторних пил зростає, тому економічність процесу пиляння бензиномоторними пилками краща для двигунів внутрішнього згоряння меншої потужності. При пилянні деревини твердих порід (граб, ясен) коефіцієнт вартості переведення у тирсу одиниці об'єму деревини ланцюгових бензиномоторних пил зростає.

Загалом, за вартістю переведення у тирсу одиниці об'єму деревини ланцюговими моторизованими пилками однакової потужності приводу $N = 2$ кВт, більш економічними є електромоторні пилки.

Результати досліджень доцільно впровадити на лісозаготівельних та лісогосподарських підприємствах лісового комплексу Волині, оскільки існує необхідність зменшувати затрати на собівартість продукції шляхом удосконалення технологій лісозаготівель, мінімізації затрат, пов'язаних з експлуатацією ланцюгових моторизованих пил.

Література

1. М.В. Вржещ, к.т.н., Н.О. Толстушко / Аналіз технологічних схем рубок на основі використання сучасної лісозаготівельної техніки / Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 35. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2016. – 154 с.
2. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Підручник для вищих навчальних закладів. – Львів, КН, 2006. – 412 с.

3. Технологія і машини лісосічних робіт / Т. Шкіря; Український держ. лісотехнічний ун-т. - Л. : Тріада плюс, 2003. - 352 с.
4. Механізація лісогосподарських робіт / И.М. Зима, Т.Т. Малюгин, К.: Інкос. 2006. с.486.
5. Моторные инструменты для лесозаготовок (теория, конструкция, эксплуатация) / А.П. Полищук, Д.К. Шмаков, В.С. Кретов. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 232 с.
6. М.В. Вржещ, к.т.н., Ю.П. Куделя / Дослідження енергетичних показників процесів пиляння ланцюговими бензиномоторними пилами / Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 28. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. – 146 с.

УДК 674.05(075.8)

© М.В. Вржещ, к.т.н., О.О. Чайка
Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФЕКТІВ СТРІЧКОВИХ ПИЛОК МЕТОДОМ НЕРУЙНУЮЧОГО КОНТРОЛЮ

У статті представлено результати експериментальних досліджень дефектів стрічкових пилок на основі використання методу магнітопорошкової дефектоскопії.

ДЕФЕКТОСКОПІЯ, ПИЛКА, СУСПЕНЗІЯ, НАМАГНІЧЕННЯ

Постановка проблеми. Суттєвий вплив на надійність та безпечність функціонування стрічкових пилок має відсутність дефектів полотна та якість стикового з'єднання. Контроль якості зазначеного дереворізального інструменту потребує використання методів неруйнуючого контролю, серед яких перспективним є метод магнітопорошкової дефектоскопії [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виконаний аналіз літературних джерел по темі дослідження дозволив встановити, що метод магнітопорошкової дефектоскопії актуальний для контролю зварних з'єднань у галузевому машинобудуванні. Методика, способи та документація неруйнуючого контролю регламентуються нормативними документами [2].

Питання застосування магнітопорошкової дефектоскопії до контролю стикових швів стрічкових пилок мало досліджене,

оскільки магнітні характеристики матеріалів даного різального інструменту не достатньо викладені у довідковій літературі [3]. Відповідно виникає невизначеність щодо вибору способу та схеми намагнічування. Крім того, неможливо встановити необхідний рівень чутливості методу. Тому дослідження намагніченості матеріалів стрічкових пилок є важливим та актуальним завданням [4].

Мета дослідження – розробити методика неруйнуючого контролю якості стикових з'єднань кінців смуг стрічкових пилок на основі методу магнітопорошкової дефектоскопії, яка дозволить забезпечити надійність та безпечність експлуатації дереворізального інструменту стрічкопилкових верстатів лісопилного, деревообробного та меблевого виробництв.

Результати дослідження. Використано для досліджень зразки стрічкових пилок (табл. 1) та дефектоскоп магнітопорошковий ПМД-70 (рис. 1, табл. 2), який призначений для виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів у виробках із феромагнітних матеріалів з відносною максимальною магнітною проникністю не менше 40.

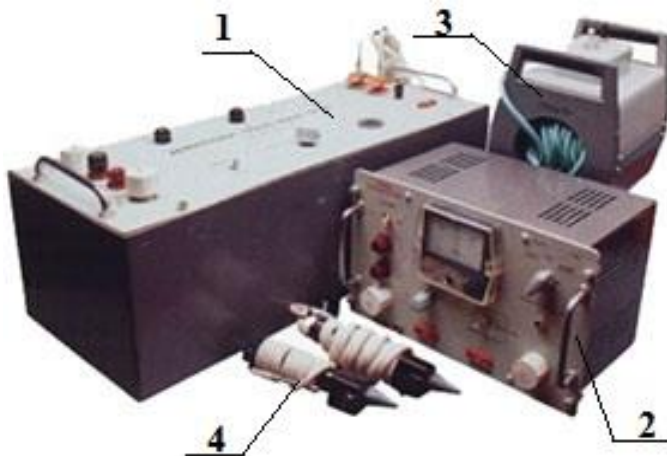









Рис. 1 – Загальний вигляд магнітопорошкового дефектоскопа ПМД-70: 1 – імпульсний блок; 2 – блок керування; 3 – соленоїд; 4 – полюсний намагнічувач

Таблиця 1 - Зразки досліджуваних стрічкових пилок

№ з/п	Досліджуваний зразок	Ширина пилки, мм	Товщина пилки, мм	Висота зуба, мм
1	2	3	4	5
Столярні пилки				
1		9,5	0,8	2,3
2		14,8	0,9	2,3
3		29,6	1,2	5,4
Ділильні пилки				
4		45	1,2	4,5

5		83,2	1,2	10,5
6		113,2	1,2	12
7		122,2	1,2	12,9

Таблиця 2 - Вид, спосіб та схема намагнічування

Вид намагнічування	Спосіб намагнічування	Схема намагнічування
Поздовжнє (полюсне) з напруженістю $H=160$ А/см	Проходження магнітного потоку по окремій ділянці зразка	

Таблиця 3 - Магнітні характеристики матеріалів досліджуваних зразків пилок

№ з/п досліджуваного зразка	Марка сталі	Залишкова індукція, B_r , Тл	Коерцитивна сила H_c , А/см	Поле насичення $H_{нас}$, А/см
Столярні (зразки 1-3) та ділильні (зразки 4-7) пилки				
1-3	У8А	-	менше 4	-
4-7	9ХФМ	1,06	3,6	50

Матеріали досліджуваних зразків стрічкових пилок є магнітом'якими (табл. 3). Для контролю таких матеріалів за допомогою магнітопорошкової дефектоскопії необхідно використовувати спосіб прикладеного поля [5]. В даному випадку прикладене зовнішнє магнітне поле створювалось за допомогою полюсного намагнічувача.

Методика досліджень ґрунтувалась на використанні способу прикладеного магнітного поля. Спочатку перевіряли необхідність виконання умови для матеріалів досліджуваних зразків, а саме $H_c \leq 10$ А/см. Потім готували водяну магнітну суспензію на основі феромагнітного порошку КМС «МИНК-10» з концентрацією 20-25 г/л. Протягом усього процесу намагнічування наносили її на досліджувані ділянки зразків.

Результат контролю оцінювали за розташуванням феромагнітних частинок над досліджуваною ділянкою, причому, якщо зазначені частинки збиралися у вигляді валика, то це свідчило про наявність тріщини. Дефектні зони відмічались за допомогою маркера.

В тому випадку, коли магнітна суспензія, стікаючи по поверхні об'єкта, не залишала слідів у вигляді скупчення феромагнітних частинок, то це свідчило про відсутність дефектів. Завершення експерименту полягало у розмагнічуванні досліджуваних зразків пилок.

Висновки. Одержаний індикаторний рисунок зразка №1 (рис. 2, а) має низку ліній, які паралельні одна відносно одної. Це

свідчить про надмірне перемагнічування матеріалу стрічки пилки, причому у стиковій зоні відсутній намагнічений валик порошку. Явних прихованих дефектів не виявлено.

Намагнічування зразка №2 (рис. 2, б) було оптимальним. Виявлено широкий з'єднувальний шов, який має дві бокові стикові лінії. На периферії цієї зони розташовані розмиті плями магнітної суспензії, що свідчить про зменшення напруженості прикладеного магнітного поля. На поверхні дефекти відсутні.

Чітка індикаторна лінія на зразку №3 (рис. 2, в) вказує на наявність якісного спаяного з'єднання, причому зона довкола не має чіткої магнітної орієнтації. Внутрішні, а також поверхневі дефекти не спостерігаються.

Розмиті та не чіткі індикації зразка №4 (рис. 3, а) викликані місцевими змінами магнітних властивостей металу по межах пайкових швів, а також переходом поперечного перерізу смуги пилки до поперечного перерізу стику.

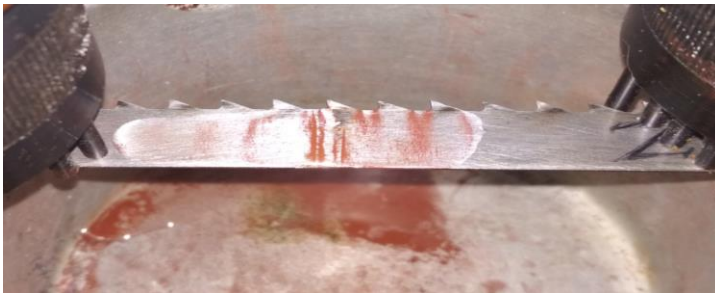
У зоні міжзубової западини зразка №5 (рис. 3, б) виявлено місцевий дефект, який був усунутий шляхом запаювання з наступним шліфуванням цієї зони. Поза межами вказаної зони феромагнітні частки суспензії зміщені у формі плями до одного з полюсів намагнічуючого пристрою.

Прихований поверхневий дефект зразка №6 (рис. 3, в) чітко простежується у стиковій зоні у формі тонкої лінії, яка орієнтована вздовж поперечного перерізу – від западини до протилежної сторони стрічки. Подальша експлуатація такого різального інструменту при багатоциклового деформуванні на шківих верстата становить загрозу розриву смуги. Такий дефект необхідно усунути шляхом вирізання небезпечної ділянки з подальшим спаюванням утворених кінців.

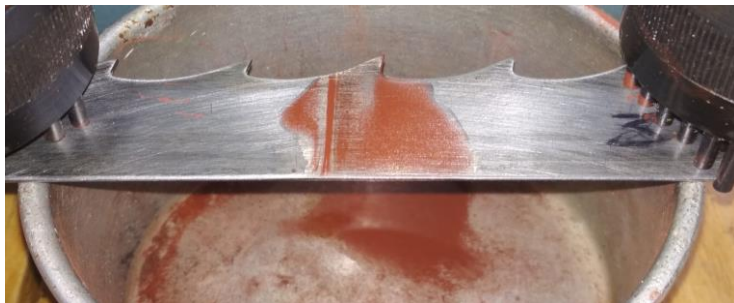
На зразку №7 (рис. 3, г) у середній зоні міжзубової западини виявлено внутрішній дефект, який раніше був усунутий шляхом запаювання. На лініях розмежування матеріалу смуги та запаюної зони осаджений порошок утворює індикаторний рисунок у вигляді петлі, що простяглася в напрямку середньої частини стрічки. Слід зазначити, що даний прихований дефект також становить небезпеку можливого пошкодження полотна стрічкової пилки.



а)



б)

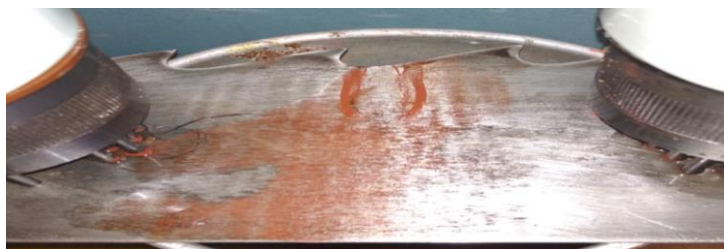


в)

Рис. 2 - Намагнічування столярних пилок способом прикладеного поля: індикаторні рисунки зразків, відповідно - №1 (а); №2 (б); №3 (в)



а)



б)



в)



г)

Рис. 3 - Намагнічування ділительних пилок способом прикладеного поля: індикаторні рисунки зразків, відповідно - №4 (а); №5 (б); №6 (в); №7 (г)

Література

1. Деревообробні верстати загального призначення: Підручник / В.В. Шостак, Я.І. Савчук, А.С. Григор'єв та ін.; За ред. В.В. Шостака.– К. :Знання, 2007. – 279 с.
2. Контроль неруйнівний. Терміни та визначення: ДСТУ 2865-94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1995. – 52 с.– (Національний стандарт України).
3. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Підручник для вищих навчальних закладів. – Львів, КН, 2006. – 412 с.
4. Магнітний неруйнівний контроль: Навчальний посібник / Ю.В. Куц, А.Г. Протасов, В.К. Цапенко, В.С. Єременко, Ю.Ю. Лисенко, К: НТУУ ”КП”. – 2012. – 139 с.
5. Інструкція по експлуатації. Переносний магнітопорошковий дефектоскоп ПМД-70// Завод “Електроточприбор” – Кемерово, 1987 – 34 с.

УДК 621.929.2

© В.Ф. Дідух, д.т.н., В.В. Тарасюк, к.т.н., Н.С. Міндюк
Луцький національний технічний університет
Я.В. Оласюк
Любешівський технічний коледж Луцького НТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗНЕВОДНЕННЯ ЧАСТИНОК ОМД НА ОСНОВІ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ

У статті представлено результати експериментальних досліджень зневоднення орґано-мінеральних сумішей на основі орґанічної речовини, утвореної протягом одного року з орґанічної суміші сапропелю 50%, соломи 25% та підстилкового гною.

ГРАНУЛА, САПРОПЕЛЬ, ГРАНУЛИ, ОРґАНО-МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА, ОРґАНІЧНА СУМІШ

Постановка проблеми. Сільське господарство одна з провідних галузей господарського комплексу України, що має важливе значення для постачання сировини для підприємств, продукції для населення та експортування за кордон. На сьогодні сільське господарство побудоване на механізованих інтенсивних технологіях, тому його результат великою мірою залежить від рівня оснащеності технічної частини та правильного використання

потенціалу ґрунтів. Україна без виробництва власної сучасної високопродуктивної, обґрунтованої економічними показниками техніки не є конкурентноздатною на світовому ринку продуктів харчування і сільськогосподарської продукції.

Родючі ґрунти є одним з основних багатств нашої країни, а одною із найважливіших проблем сільського господарства є підвищення родючості цих ґрунтів. За останнє століття вміст гумусу в ґрунтах зменшився з 5-8% до 1,5-2,0%. Така ситуація виникла внаслідок недотримання сівозмін, занепаду галузі тваринництва, суттєвого зменшення норм і обсягів внесення органічних добрив, безсистемного підходу використання іноземних технологій, в яких не враховані типи ґрунтів, які притаманні Україні. Все рідше висівають культури на сидерат. Внесення органічних добрив завжди було і буде найбільш діючим процесом для підвищення і збереження родючості ґрунту.

Відсутність необхідної кількості підстилкового гною вимагає застосування інших наявних органічних речовин або сумішей на їх основі. Застосування ОМД на основі сапропелів дозволить суттєво підвищити фізико-механічні властивості ґрунтів. Внесення таких добрив у ґрунт покращує динаміку мікробіологічних процесів навколо та в самих гранулах, органічна речовина в складі гранул забезпечує рівномірне поглинання поживних речовин рослинами, особливо фосфорної кислоти, перехід її в малорухомі форми, що створює сприятливі умови для взаємодії добрив, ґрунту та рослин і, як наслідок, створює умови для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур. Використання таких добрив зменшує опіки коренів рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процесу зниження вологості сільськогосподарських матеріалів приділяється особлива увага [1]. Операція пов'язана зі зниженням вологості є дуже енергоємною. Існують різні шляхи збільшення інтенсивності сушіння сільськогосподарських матеріалів: в деяких випадках необхідний їх поділ на частинки, що збільшує питому площу контакту із сушильним агентом [2], а в інших випадках процес сушіння інтенсифікують шляхом перемішування матеріалу та створенням псевдорідкого завислого його стану [3].

Мета дослідження. Встановити закономірності зниження вологості гранул виготовлених з органо-мінеральної суміші на основі органічної речовини.

Результати дослідження. Дослідження процесу зневоднення органо-мінеральних сумішей на основі органічної речовини в одержаних шляхом змішування сапропелю, соломи та

підстилкового гною в пропорції 50%-25%-25%. Використовувались три різні способи сушіння вихідного матеріалу:

– сушіння матеріалу у конвективній рециркуляційній сушарці;

– сушіння матеріалу у сушильній шафі;

– сушіння матеріалу на нагрітій поверхні.

Для цього з попередньо підготовленої суміші у складі органічної речовини з вологістю 60% та NPK у співвідношенні 16-16-16 методом змішування отримували органо-мінеральну суміш та формували частинки ОМД довільної форми з наступним перетворенням їх у гранули кулястої форми. При цьому формувалися різні варіанти пропорційних та фракційних співвідношень вхідних матеріалів:

Для цього використовувався органічна речовина на основі сапропелю у складі $60 \pm 5\%$ та NPK у різних співвідношеннях. Мінеральні добрива подрібнювали до пиловидної фракції. Суміші отримували змішуванням, а частинки та гранули кулястої форми – вручну (рис. 1).



Рис. 1 – Зразки отриманої органо-мінеральної суміші для використання у подальших дослідженнях: а) – органічна речовина (75%)+NPK (25%–); б) - органічна речовина (50%)+NPK (50%); в) - органічна речовина (25%)+NPK (75%); г) – органічна речовина.

Для проведення дослідів формувалися різні варіанти пропорційних та фракційних співвідношень вихідних матеріалів:

1 варіант: 75% органічної речовини + 25% NPK (вміст діючої речовини 16%-16%-16%);

2 варіант: 50% органічної речовини + 50% NPK (вміст діючої речовини 16%-16%-16%);

3 варіант: 25% органічної речовини + 75% NPK (вміст діючої речовини 16%-16%-16%);

4 варіант: 100% органічної речовини.

Для проведення дослідів проводились обов'язкові наступні дії:

1. Підготовкою електронагрівачів сушильної шафи 1 та похилої поверхні (рис. 3.1; рис. 3.3) до встановлення теплової рівноваги у сушильній камері.

2. Завантаження зразків гранул ОМД використовувались протаровані бюкси та спеціально виготовлені ємкості. Встановлювали їх у сушильну шафу.

3. Зважування проводили за допомогою ваг через встановлені інтервали, але не більше ніж 10 хв. на початку сушіння, і по 10 – 15 хв. після встановлення процесу. Сушіння припиняли, коли вага була стабільною. Результати спостережень записували у звітні таблиці.

4. Визначення зміни вологості сировини у гранулах ОМД в процесі сушіння проводили також шляхом відбирання проб із партій виготовлених добрив.

Відібраний зразок масою 5 – 6 г засипали в алюмінієві бюкси, попередньо просушені і протаровані, закривали їх кришкою і важили на технічних вагах з точністю до 0,01 г. Після цього бюкси із відкритими кришками поміщали у нагріту до $110 \pm 10^\circ\text{C}$ сушильну шафу. Сушіння органічної речовини проводили до постійної ваги, яка встановлювалась періодичним зважуванням: перше зважування проводили через 10 хв., друге і наступні через кожні 10 хвилин. Перед кожним зважуванням бюкси, вийняті із сушильної шафи, поміщали в ексікатор для охолодження до кімнатної температури. Якщо різниця в масі не перевищувала 1 % від маси початкової наважки – дослідження припиняли.

Для проведення розрахунків та побудови графічних залежностей використовували ряд формул та проводили обробку результатів на ПК в середовищі Excel.

Вологість матеріалів W визначали за наступною формулою:

$$W = \frac{m_e - m_c}{m_c} \cdot 100\%$$

де: m_e – маса наважки, г;

m_c – маса тієї ж наважки, після висушування, г.

Проби на вологість матеріалу відбирали на початку, в кінці та протягом процесу сушіння гранули.

Аналогічно здійснювали проведення дослідів як у сушильній шафі, так і на нагрітій поверхні.

Дослідження проводили при різних температурах сушильного агенту (100, 150 та 200⁰С) для порівняння впливу температури на характер протікання процесу.

Результати дослідження сушіння органічної речовини та гранул ОМД при температурі сушильного агенту 120 ⁰С представлені на рис. 2, 3.

Аналіз графіків показує, що для органічної речовини, як і для багатьох вологих матеріалів, процес зневоднення з точки зору кінетики ділиться на три періоди, прогріву, постійної та падаючої швидкості сушіння. Така поведінка характерна для більшості колоїдних капілярно-пористих матеріалів.

Особливістю результатів проведення даного досліду слід вважати зміну інтенсивності зневоднення органічної речовини природної вологості та сформованої у гранули. Дане явище пояснюється ущільненням поверхневої структури гранул та закриттям отворів капілярів та пор. В результаті у зоні максимального зневоднення час зростає вдвічі. Таким чином, отриманий результат дає підставу говорити про використання двох стадійного зневоднення ОМС на основі органічної речовини: затвердіння гранул та сушіння до нормованої вологості.

Порівняльний аналіз кривих на рис. 2 показує на рівномірне видалення вологи із ОМС незалежно від відсоткового значення вмісту мінеральної частини. Проте формування гранул для даного випадку варто проводити при вмісті органічної речовини не менше 75% від загальної маси ОМС

Порівняльний аналіз різних методів сушіння на інтенсивність зневоднення ОМС чи сформованих з них гранул не виявив переваг того чи іншого методу. Час зневоднення залишається однаковим з відхиленням в межах похибки досліду.

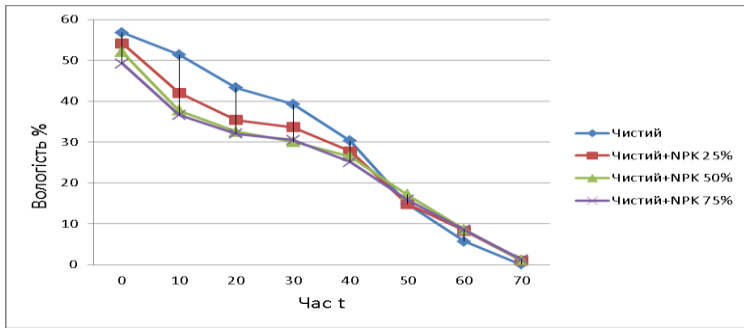


Рис. 2 – Залежність зміни вологості з часом суміші у складі “органічної речовини+NPK” під дією температури $110^{\circ}\pm 10^{\circ}\text{C}$: а) – органічна речовина (75%)+NPK (25%–); б) - органічна речовина (50%)+NPK (50%); в) – органічна речовина (25%)+NPK (75%); г) –органічна речовина

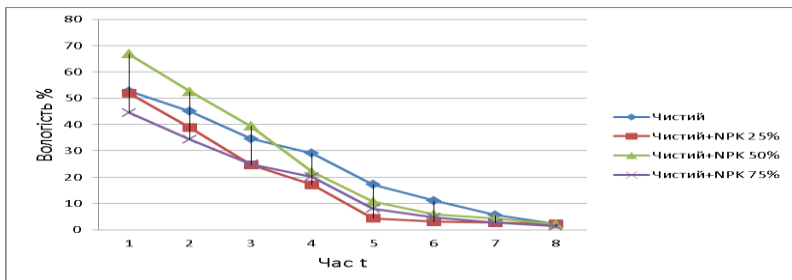


Рис. 3 – Криві сушіння гранул сформованих на основі органічної речовини та мінеральної частини NPK при температурі сушильного агенту 100°C : а) – органічна речовина (75%)+NPK (25%–); б) – органічна речовина (50%)+NPK (50%); в) – органічна речовина (25%)+NPK (75%); г) – органічна речовина



Рис. 4 - Зразки отриманих гранул з органо-мінеральної суміші для використання при подальших дослідженнях: а) – органічна речовина (75%)+NPK (25%); б) - органічна речовина (50%)+NPK (50%); в) - органічна речовина (25%)+NPK (75%); г) – органічна речовина

Формування гранул шляхом перетворення частинок довільної форми у кулясту з використанням криволінійної поверхні вимагає досліджень з встановлення часу їх утворення та виявлення закономірності вологовіддачі ущільнених у гранули.

Отримані криві сушіння гранул ОМД дають загальну уяву про закономірності зниження їх вологості. Характерним для падаючої швидкості сушіння, що підтверджує думку про перетворення вологи у сапропелі при формуванні гранул у фізико-хімічну зв'язану вологу. При цьому визначальним чинником є час сушіння, а не температура. В свою чергу, на швидкість сушіння таких гранул впливає склад мінеральної частини, від якої залежать внутрішні хімічні перетворення.

Висновки. Результати проведених досліджень дають чітку картину зневоднення органо-мінеральних сумішей на основі сапропелю та гранул виготовлених на її основі.

Основним показником для гранул сформованих з отриманої органічної речовини є наявність мінімум 5% мінеральної частини, яка впливає на інтенсивність сушіння таких гранул через твердість та липкість. Для збереження якісних властивостей органічної речовини температуру нагрівання гранул не слід перевищувати більше, ніж 100°C.

Технологічний процес формування гранул виготовлених з ОМС на основі сапропелю повинен передбачати стадії формування частинок ОМС: стадія обкочування з одночасним частковим зневодненням поверхневого шару гранул та їх сушіння до нормованого значення.

Література

1. Дідух В.Ф. Результати експериментальних досліджень технологічного процесу поверхневого внесення сапропелів в ґрунт / В.Ф. Дідух, С.Ф. Бабарика, М.М. Заїкін, І.Б. Гевко // Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 78. – С. 76 – 78.
2. Дідух В.Ф. Ефективність пристрою шнекового типу для віджиму сапропелю / В.Ф. Дідух, О.П. Шимчук, І.М. Дударев, В.В. Грабовець. // Вісник Тернопільського НТУ ім. Івана Пулюя. – Вип.№1. – Т.4. – Тернопіль, 2009. – С. 94-99.
3. Дідух В.Ф. Теоретичне обґрунтування процесу зневоднення озерних сапропелів / В.Ф. Дідух, В.В. Грабовець // Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – Львів, 2008. – Т. 1, № 12. – С.207-212.
4. Тарасюк В.В. Визначення інтенсивності зневоднення частинок ОМД на етапі формування гранул / В.В. Тарасюк, В.Ф. Дідух, І.В. Тараймович // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 21. – Том II. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2011. – С. 130-134.
5. Тарасюк В.В. Дослідження переносу теплоти від нагрітої поверхні до гранул ОМД кулястої форми / В.В. Тарасюк, В.Ф. Дідух // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». – Кіровоград, 2011. – Вип.№41 (частина I). – С.223-227.
6. Классен В.П. Основы техники гранулирования / В.П. Классен – Москва, Химия, 1991. – 240 с.
7. Налимов В.В. Статистические методы планирования эксперимента / В.В. Налимов. – М.: Наука, 1970. – 378с.
8. Сацюк В.В. Обґрунтування параметрів процесу та засобу для приготування органо-мінеральної суміші. Дис. канд. техн. наук. – Луцьк, 2005. – 235 с.
9. Шевчук М.Й. Сапропелі України. Запас, якість і використання органо-мінеральних добрив // Вісник аграрної науки, 2000, №2. – С. 24 – 28.
10. Ликов А.В. Теория сушки / А.В. Ликов – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

УДК 674.023.05.002.54

© В.К. Д'яконов, Д.П. Торчилевський

Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

З.С. Сірко, к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування
України

М.М. Толстушко, к.т.н., А.В. Силивонюк, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ДИСКОВИХ ПИЛОК МЕТОДОМ СТАТИСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ

У статті наведено результати досліджень розмірно-якісних параметрів дискових пил методом статистичного контролю. Дано результати вимірювання ширини зубів пилок.

ДИСКОВА ПИЛКА, ЗУБ, ЯКІСТЬ, ПАРАМЕТР, МЕТОД, ВІДХИЛЕННЯ

Постановка проблеми. Будь-який різальний інструмент містить активну частину у вигляді клина [1]. Він характеризується кутом загострення β , який утворюється перетином передньої і задньої плоских граней (для пилки). Величина кута загострення залежить від умов різання та міцності матеріалу, з якого виготовлений інструмент. В ідеальному випадку перетин граней інструменту дає лінію, яка називається різальною крайкою. Вона характеризується лінійним параметром – довжиною. Цей же параметр, але вже для пили називається шириною зуба пилки. Якщо кут загострення безпосередньо задається налаштуваннями верстата, то довжину різальної крайки отримують як результат попередніх налаштувань верстата під час шліфування попередніх граней зуба. Ширина пили повинна бути постійною, однак в дійсності вона змінюється в деяких межах. Характер змін та величина коридору, в межах якого відбуваються коливання, можуть служити оцінкою точності виготовлення пилки та показником її якості. Тому параметр ширини зуба пилки найкраще підходить для оцінки фактичного стану пилки.

У процесі експлуатації різальна кромка зменшується (зношується). Для відновлення різальної здатності пилки зуби піддаються шліфуванню за передньою та задньою гранями (загострюються). При цьому довжина різальної крайки скорочується, але не рівномірно. Тому оцінка середньої ширини зубів пилки і розподіл різношироких зубів за довжиною кола пилки

дозволяє встановлювати фактичну якість пилки не тільки після її виготовлення, а й на будь-якому іншому етапі в процесі експлуатації пилки. Для оцінки застосовуються методи математичної статистики і теорії ймовірностей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями особливостей зношення різальних інструментів та його впливу на зміну лінійних розмірів зубів дискових пилок займалася велика група вчених [1-4]. Залежності показників зношення пластинок твердого сплаву круглих пил від довжини шляху різання показують величини зношення за бісектрисою кута, радіусом заокруглення. Всі показники зношення зубів протягом першого 10 км шляху різання збільшуються приблизно у два рази. У разі неплоскості диска пили після загострення ширина зубів коливається у деяких межах, що негативно відображається в подальшому на якості оброблення поверхонь заготовок із деревини.

Мета дослідження – виявити розмірно-якісні параметри дискових пил із зубами, оснащеними пластинками твердого сплаву.

Результати дослідження. Використовували дві дискові пили одного виробника із різних партій із зубами, оснащеними пластинками твердого сплаву марки ВК-15 діаметром 300 мм з кількістю зубів 36 штук за ГОСТ 9769-79. Вимірювали ширину кожного зуба за допомогою мікрометра марки МК-25 з точністю вимірювання 0,01 мм. Пила № 1 була виготовлена раніше пили № 2.

Результати вимірювань ширини зубів наведені на рис. 1 і 2.

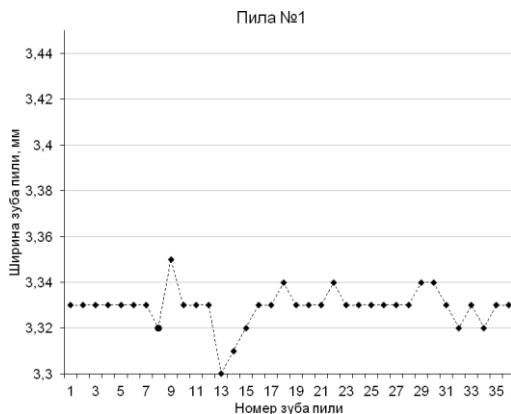


Рис. 1 – Розподілення ширини зубів пили № 1

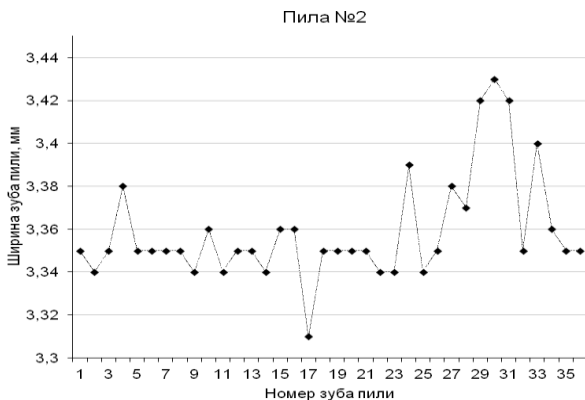


Рис. 2 – Розподілення ширин зубів пили №2

Розподілення ширин тридцяти шести зубів пил за інтервалами наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Розподілення ширин зубів пил у мм за інтервалами

Інтервали	Пила № 2		Пила № 1	
	Частота, шт.	Частота, %	Частота, шт.	Частота, %
3,32	1	3	6	17
3,34	7	19	29	80
3,36	20	55	1	3
3,38	3	8	0	0
3,40	2	6	0	0
3,42	2	6	0	0
3,44	1	3	0	0

Із рисунків 1 і 2 можна побачити, що середнє значення ширини зубів пили №2 суттєво відрізняється від пили №1. Середнє значення ширин зубів пили №2 рівне 3,359 мм та на 9% більше аналогічного показника для пили №1. При цьому розмах ширин (дисперсія вибірки) зубів пили №2, рівний 0,00064, значно більший (у 9 разів) аналогічного показника пили № 1.

На рис. 3 і 4 показані відхилення (розмах) ширин зубів пил №1 і №2. Із рис. 3 і 4 видно, що розмах ширин зубів у пили № 1 значно менший, ніж у пили № 2. Відношення розмахів ширин зубів

досягає значення у 2,4 рази, що є суттєвим для пил однакового типорозміру.

В пилі №2 багато широких (виступаючих) зубів. Їх кількість складає не менше 30% всіх зубів пили. Усі або частину таких зубів можна перешліфувати, зменшити ширину зуба і, таким чином, покращити якість пили. Проаналізуємо, як зміняться характеристики пили після перешліфування 5 штук найбільш широких зубів. Досягнемо, щоб ширина їх становила 3,36 мм, тобто рівна середньому арифметичному значенню зубів пили (табл. 2).

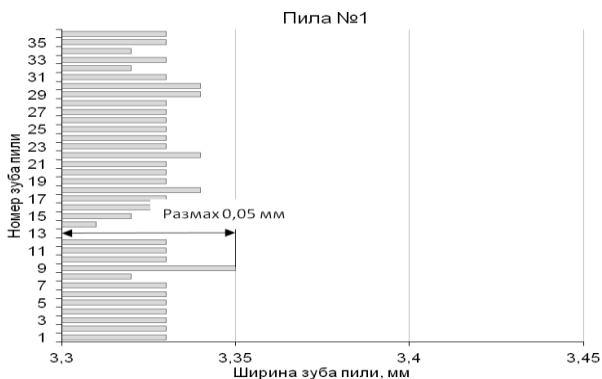


Рис. 3 – Відхилення (розмах) ширин зубів пили №1

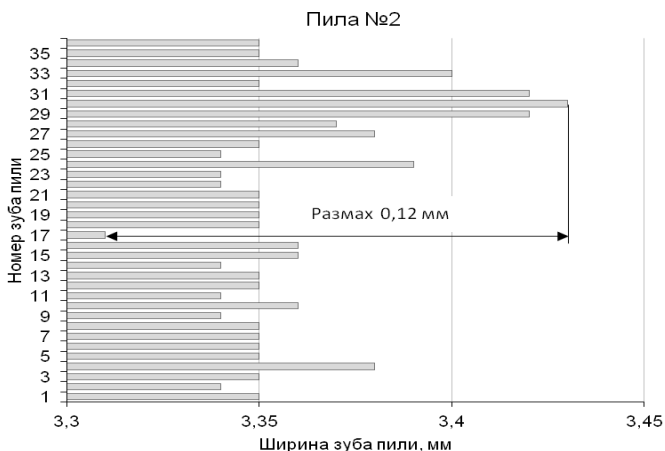


Рис. 4 – Відхилення (розмах) ширин зубів пили № 2

Таблиця 2 – Статистичні показники ширин зубів у мм пил № 2 до та після перешліфування 5 зубів

Показник	Пила № 2 фактична	Пила № 2 після перешліфування
Середнє арифметичне	3,359	3,352
Стандартна похибка	0,004	0,002
Випадкова складова похибки багаторазових вимірювань	$\pm 0,008$	$\pm 0,004$
Мінімум	3,31	3,31
Максимум	3,43	3,38
Розмах	0,12	0,07

Із таблиці 2 видно, що дещо зменшилась ширина зубів пили, наблизившись, таким чином, до ширини зубів пили №2. Суттєво покращилась якість пили: розмах зубів зменшився майже у 2 рази та досяг значення 0,07 мм. Розмах 0,07 мм для пили №2 близький до аналогічного показника пили №1, але не перевищив його. Якщо б перешліфувати ще два зуба пили №2, а така можливість існує, то показники для обох пил були б рівними.

Висновки. Застосування статистичних методів контролю дозволяє виявити не тільки фактичні показники точності виготовлення пил, але й зробити деякі припущення відносно технологічного процесу або устаткування під час виготовлення пил.

Результати вимірювань показали, що дві пили із різних партій одного виробника можуть суттєво відрізнятися за точністю виготовлення (за величиною ширин зубів).

Статистичні методи контролю дозволяють виявити не тільки найбільш широкі зуби пили, але дають можливість прийняти рішення про перешліфування частини зубів, покращуючи якість пили.

Література

1. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів / М.Д. Кірик. – Львів: Кольорове небо, 2006. – 412 с.
2. Амаліцький В.В. Пиление твердосплавными круглыми пилами и их заточка / В.В. Амаліцький // Деревообрабатывающая промышленность. – 2005. – № 5. – С. 6–10.
3. Памфилов Е.А. Особенности исследования изнашивания режущих инструментов для переработки древесных материалов / Е.А. Памфилов, Е.В. Шевелева // Лесной журнал. – 2017. – № 6. – С. 89–103.
4. Моисеев А.В. Износостойкость дереворежущего инструмента / А.В. Моисеев. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 112 с.

УДК 631.365

© Р.В. Кірчук, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ДИСПЕРСНОГО НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ В РУХОМОМУ ШАРІ

У статті проведено аналіз тепло-масообмінних процесів сушіння дисперсних сільськогосподарських матеріалів у сушарці з спіралеподібною сушильною камерою. Запропоновано математичну модель та послідовність розрахунку параметрів процесу сушіння рухомого шару насіння.

ДИСПЕРСНИЙ МАТЕРІАЛ, КІНЕТИКА СУШІННЯ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ

Постановка проблеми. В системі післязбирального обробітку насінневого матеріалу важливе місце займає операція сушіння, яка значною мірою впливає на посівні і врожайні властивості насіння.

Кінетичний аналіз та розрахунок процесу сушіння дисперсних сільськогосподарських матеріалів є складною задачею, що дозволяє обґрунтування режимні параметрів процесу сушіння в процесі виробництва продукції рослинництва. Математичні моделі, створені на основі такого аналізу, дають можливість оптимізувати методи і засоби виконання даної технологічної операції. Тому теоретичні дослідження та моделювання і опис сушіння дисперсних матеріалів залишається актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для інтенсифікації процесів сушіння досить часто науковці формують моделі тепло-масообмінних процесів, дослідження яких та підбір початкових даних дає змогу формувати розрахункові параметри режимів сушіння [1-3]. Теорія оптимізації методів сушіння вимагає широкого використання теоретичному аналізу процесу. Сучасний підхід до опису процесів тепло-масопереносу відображено у роботах відомих роботах [4-6]. Узагальнення існуючих сучасних методів теоретичного обґрунтування сушіння капілярпористих колоїдних тіл відображено у монографіях [7,8].

Мета дослідження полягає у встановленні залежностей та побудови алгоритму розрахунку процесу сушіння дисперсних сільськогосподарських матеріалів шляхом теоретичного аналізу тепло-масообмінних процесів капіро-пористих колоїдних тіл.

Результати дослідження. Складність теплових, масообмінних і гідродинамічних процесів, що одночасно відбуваються в сушарках безперервної дії, тобто в рухомому шарі дисперсного матеріалу, при взаємодії із сушильним агентом (в режимі прямої течії, протитечії або перехресному русі) зумовлює необхідність прийняття ряду спрощуючих припущень. І в першу чергу, таким припущенням є розгляд процесів тепло- і масо переносу, які відбуваються в стаціонарному (уставленому) режимі, при якому у випадку нерухомого шару матеріалу його параметри і параметри сушильного агента в кожній точці простору незмінні в часі розглядати явно. Таке припущення дозволяє поділити нестационарний процес сушіння у дві стадії: перехідний (пуск і вихід на заданий режим) і усталений робочий режим при заданих параметрах руху матеріалу і сушильного агента.

Для визначення перехідних процесів похідні за координатою в напрямку руху матеріалу та сушильного агента визначаються із залежностей стаціонарного розподілу параметрів матеріалу і сушильного агента $\theta(x), u(x), t(x), \alpha(x)$ отриманих аналітично або експериментально.

При створенні математичних моделей процесів зневоднення та нагріву матеріалу приймаються наступні припущення:

- усі види теплопередачі враховуються коефіцієнтом теплообміну α , величина якого осереднюється між початковими і кінцевими значеннями («мокрый» і «сухий» теплообмін);
- теплофізичні характеристики матеріалу і сушильного агента в процесі незмінні і дорівнюють середнім значенням за процес;
- коефіцієнт сушіння залежить лише від параметрів сушильного агента і в розрахунках апроксимується лінійними залежностями;
- нагрів часток матеріалу є безградієнтним.

Загальний вигляд сушарки і процес, який розглядається, представлено на рис.1 [9], а схема процесу переміщення матеріалу і сушильного агента на рис.2.

Відповідно до наведених схем, процес сушіння відбувається за тепловою схемою протитоку, так як температура матеріалу збільшується в напрямку вивантаження матеріалу, а температура сушильного агента зменшується в напрямку від вивантаження до подачі матеріалу.

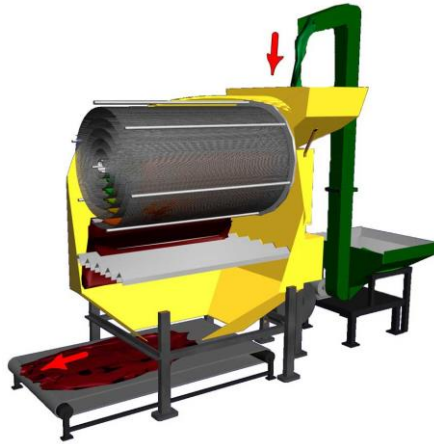


Рис.1 – Ротаційна сушарка сипкого насінневого матеріалу

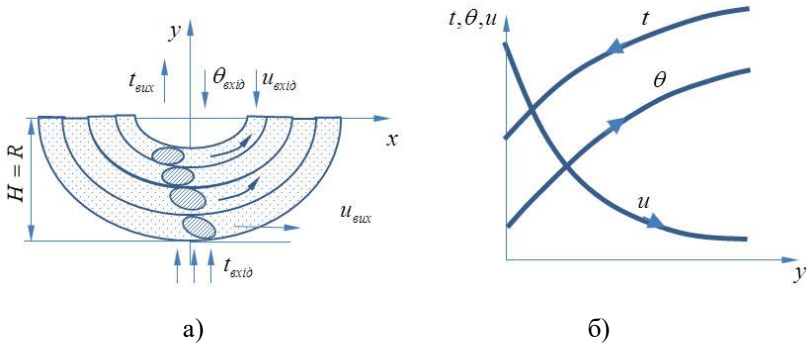


Рис.2 – Узагальнена схема процесів зміни параметрів матеріалу (а) та теплоносія (б)

Процес сушіння матеріалу на спіральній поверхні, що обертається, в рухомому шарі представимо схемою моделі багатосекційного (за кількістю витків спіралі) каскадного апарату з перехресним рухом сушильного агента і матеріалу (рис. 1). Математичний опис процесів тепло- і масо переносу складаємо мікрокінетичним методом [10,11], сутність якого полягає у рішенні прийнятої моделі (схеми) взаємодії потоків повного перемішування твердої фази (дисперсного матеріалу в межах однієї секції) і повного витиснення газової фази (сушильного агента), а також кінетичних закономірностей для групи часток, що

характеризуються середнім значення за об'ємом значенням температури і вологості).

Специфіка сушіння дисперсного матеріалу при перехресному переміщенні із сушильним агентом (як математичний аналог нерухомого шару [12]) полягає у тому, що швидкість нагріву та сушіння матеріалу залежить тільки від параметрів сушильного агента в місці контакту з матеріалом на певній відстані від місця вводу.

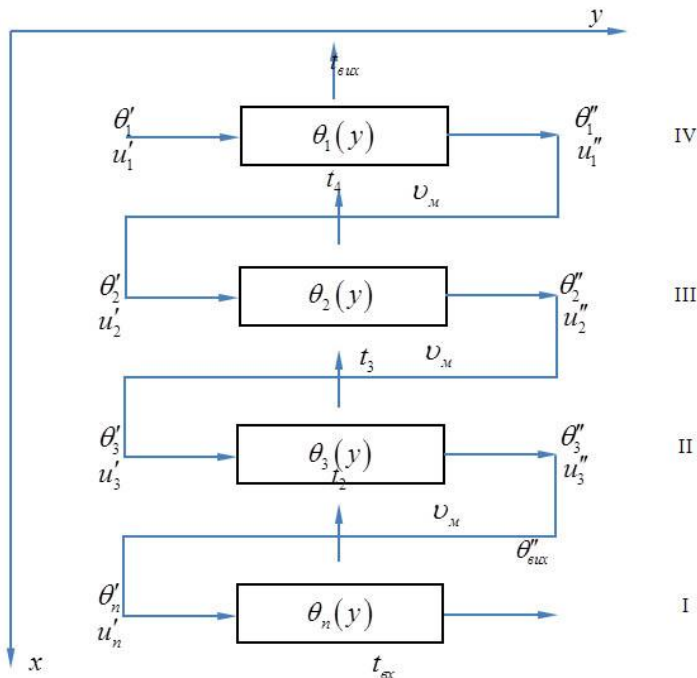


Рис.3 – Розрахункові зони «каскадів» і позначення в рухомому шарі матеріалу запропонованої моделі

Відповідно до схеми (рис.3) $\theta_1'' = \theta_2'$, $\theta_2'' = \theta_3'$, $\theta_3'' = \theta_n'$, $u_1'' = u_2'$, $u_2'' = u_3'$, $u_3'' = u_n'$. Тобто температура і вологовміст матеріалу на вході з одного каскаду дорівнює цим параметрам на вході наступного каскаду.

За такої схеми організації сушильного процесу, враховуючи можливість перемішування матеріалу між вітками спірального барабана можна прийняти температуру матеріалу постійною за висотою шару, яка дорівнює середньооб'ємній величині. Тоді,

враховуючі переміщення матеріалу за довжиною секції «каскаду» (напрямок осі OY) величина температури і вологовмісту матеріалу буде розподіленою в напрямку руху. Температура сушильного агента на вході шару кожної секції «каскаду» буде також змінюватись в напрямку руху матеріалу і в напрямку руху сушильного агента від останньої «секції» до місця виходу відпрацьованого сушильного агента (вісь OX).

Взаємозв'язок потоків маси і теплоти між каскадами-елементами рухомого шару матеріалу розраховується за принципом, коли параметри матеріалу і сушильного агента на вході кожного «каскаду» дорівнюють параметрам на вході попереднього «каскаду». Для опису процесу в елементарному рухомому шарі, який фільтрується сушильним агентом з масовими витратами G_c , використаємо систему потрійних рівностей, що отримана методами термодинаміки незворотних процесів [13] і використовується для розрахунку чарункової моделі [14].

$$G_c C_p (t_1 - t_2) = m_{0i} \left[C_M(u_i) \frac{d\bar{\theta}}{d\tau} - r_0(\theta) \frac{d\bar{u}}{d\tau} \right] = \alpha F_T \Delta T, \quad (1)$$

$$G_c (d_1 - d_2) = m_0 \frac{d\bar{u}}{d\tau} = \beta_p F_M \Delta d, \quad (2)$$

де G_c - масові витрати сушильного агента, кг/с;

m_{0i} - маса абсолютно сухого матеріалу в елементарному шарі, кг;

$C_M(u)$ - теплоємність вологого матеріалу, Дж/кг °С;

β_p - коефіцієнт масовіддачі, 1/м²с;

t_1, t_2, d_1, d_2 - температура (°С) і вологовміст (кг/кг) сушильного агента на вході і виході шару матеріалу;

F_T, F_M - поверхня теплообміну і масообміну, м²;

$\Delta T = \bar{t} - \bar{\theta}$; $\Delta d = d'' - d$;

d'' - вологовміст сушильного агента на поверхні матеріалу.

Для виключення з рівнянь (1) та (2) невідомих величин t_2 і d_2 скористаємось поняттям коефіцієнтів охолодження і зволоження сушильного агента [14]:

$$\eta_T = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - \bar{\theta}}, \quad (3)$$

$$\eta_d = \frac{d_1 - d_2}{d_1 - d''} . \quad (4)$$

Враховуючи, що температура матеріалу прийнята постійною за висотою шару (рухомого), величина температурного напору ΔT визначається як середньологарифмічне значення, тобто

$$\Delta T = \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{t_1 - \theta}{t_2 - \theta}} . \quad (5)$$

Підставляючи (5) в третю сатину рівності (1) отримаємо:

$$G_c C_p (t_1 - t_2) = \alpha F_T \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{t_1 - \theta}{t_2 - \theta}} . \quad (6)$$

З рівняння (6) з врахуванням (3) матимемо:

$$\eta_T = 1 - e^{-\frac{\alpha F_T}{G_c C_p}} . \quad (7)$$

З врахуванням того, що $t_1 - t_2 = \eta_T (t_1 - \bar{\theta})$ рівняння переписується у вигляді:

$$G_c C_p \eta_T (t_1 - \bar{\theta}) = m_{0i} \left[C_M(u_i) \frac{d\bar{\theta}}{d\tau} - r_0(\theta) \frac{d\bar{u}}{d\tau} \right] \quad (8)$$

Прийнявши припущення, що швидкість нагріву матеріалу пропорційна швидкості зневоднення і використовуючи визначення критерію Ребіндера $Re = \frac{C_M(u) d\bar{\theta}}{r(\theta) d\bar{u}}$, переписується рівняння (8) у вигляді:

$$G_c C_p \eta_T (t_1 - \bar{\theta}) = C'_M \frac{d\bar{\theta}}{d\tau} m_0 , \quad (9)$$

$$C'_M = \left(1 + \frac{1}{Rb} \right) C_M(u)$$

де

Оскільки швидкість переміщення матеріалу в напрямку OY дорівнює $\mathcal{G}_M = \frac{dy}{d\tau}$, рівняння (9) набуває вигляду:

$$G_M m_o C'_M \frac{d\theta}{dy} = G_c C_p \eta_T (t_{ex} - \theta), \quad (10)$$

де t_{ex} - температура сушильного агенту на вході в шар (в загальному вигляді може бути функцією координати y).

Температура сушильного агента на вході в шар матеріалу може бути визначена із співвідношення (3):

$$t_2 = t_{ex} - \eta_T (t_{ex} - \theta(y)), \quad (11)$$

або розв'язком рівняння теплового балансу для сушильного агента, що фільтрується крізь шар рухомого матеріалу з постійною за висотою шару температурою.

Рівняння теплового балансу, що описує зміну температури сушильного агента на елементі висоти шару dx , запишеться у вигляді:

$$C_p \cdot S \cdot \rho_c \cdot dxdt = \frac{\alpha F}{H} (\bar{\theta} - t) dxdt, \quad (12)$$

де S - площа перетину шару матеріалу, крізь яку фільтрується сушильний агент (m^2) з густино ρ_c ($кг/м^3$);

F - площа поверхні матеріалу, m^2 ;

H - висота шару матеріалу в каскаді, m .

Беручи до уваги, що масові витрати сушильного агенту визначаються співвідношенням $G_c = v_c \cdot S \cdot \rho_c$, а швидкість сушильного агента $v_c = dx/d\tau$, замість рівняння (3.36) можна записати вираз

$$\frac{dt(x)}{dx} = \frac{\alpha \cdot \sigma \cdot m_M}{G_c C_p H} (\bar{\theta} - t(x)), \quad (13)$$

де $\sigma = F/m_M$ - питома поверхня матеріалу, $m^2/кг$.

Розв'язок рівняння (13) за граничних умов: $x = 0 \Big|_{t=t_{ex}}$ матиме вигляд:

$$t(x) = t_{ex} + (t_{ex} - \bar{\theta}) e^{-K'_c x}, \quad (14)$$

де $K'_c = \frac{\alpha \sigma m_M}{G_c C_p H}$, $m_M = m_0 (1 + u)$.

Температура сушильного агенту на виході шару t_{ex} визначається рівнянням (3.38) за умови $x = H$:

$$t_{ex} = t_{ex} + (t_{ex} - \bar{\theta}) e^{-K'_i}, \quad (15)$$

де $K'_i = \frac{\alpha_i \sigma m_{0i} (1 + u_i)}{G_{ci} C_p}$.

Рівняння кінетики сушіння матеріалу в елементарному рухомому шарі (з урахуванням того, що вологовміст матеріалу за висотою шару є постійним) при перехресному русі сушильного агенту запишеться у вигляді:

$$v_{Mi} \frac{d\bar{u}_i}{dy} = K_c (u_p - \bar{u}), \quad (16)$$

де v_{Mi} - швидкість переміщення матеріалу в i -му шарі, м/с;

K_c - описаний вище коефіцієнт сушіння, 1/с.

Зміна вологовмісту за координатою в напрямку руху запишеться як:

$$u(y) = u_p(t, d) + (u_{ex} - u_p(t, d)) e^{-\frac{K_c}{v_M} y}, \quad (17)$$

де u_{ex} - вологовміст матеріалу на вході в елемент каскаду, кг/кг с.р.

Розв'язок рівняння (17) за умови $y = 0 \Big|_{\theta = \theta' = \theta_{ex}}$ ($\theta_{ex} = \theta'$ - температура матеріалу на вході в каскад або зону сушіння) матиме вигляд:

$$u(y) = t_{ex} - (t_{ex} - \theta'_i) e^{-K_i y}, \quad (18)$$

де $K_i = \frac{G_c C_p \eta}{v_M m_{0i} C'_{Mi}}$.

Таким чином при безперервному за напрямками (перехресний рух матеріалу і сушильного агента) руху потоків в

межах одного каскаду (зони сушіння) будуть справедливі наступні розрахункові формули:

$$\theta_i(y) = t_{exi}(y) - (t_{exi}(y) - \theta'_i) e^{-K_i y}, \quad (19)$$

$$t_{exi+1} = t_{enxi} = t_{exi} + (t_{exi} - \theta'_i(y)) e^{-K'_i}, \quad (20)$$

$$u_i(y) = u_p + (u'_i - u_p) e^{-\frac{K_c(t_{i+1}(y))}{U_{Mi}} y}. \quad (21)$$

Початкові умови до рівнянь (19) та (21), тобто значення параметрів u_i , θ_i на вході в каскад (i -ту зону сушіння) визначається з рівнянь теплового балансу з врахуванням витрат теплоти на фазові переходи (випаровування вологи).

$$C_p G_c (t_{i-1} - t_i) = C_M (\bar{u}_i) G_0 (1 + \bar{u}_i) (\theta_i - \theta'_i) + G_0 r_0 (u_i - u'_i). \quad (22)$$

Використовуючи позначення

$$R_1 = \frac{G_0 r_0 \left(1 + \frac{R b_i}{1 + u_i} \right)}{G_c C_p}, \quad (23)$$

$$R_2 = \frac{G_c C_p}{(G_0 + G_0 (u_i + 1) R b_i) r_0} \quad (24)$$

з рівняння (22) матимемо:

$$u_i = u_{i+1} - R_2 (t_{i+1} - t_i), \quad (25)$$

$$\theta_i = \theta_{i+1} - R_1 (t_{i+1} - t_i). \quad (26)$$

Температура відпрацьованого сушильного агента на вході шару t_{i+1} можна визначити тільки за затратами теплоти, що передається теплообміном до поверхні матеріалу в об'ємі каскадного елемента.

Рівняння нагріву матеріалу і повітря в об'ємі шару матеріалу можна описати з врахуванням умов теплообміну:

$$\left. \begin{aligned} G_0 C'_M \frac{d\theta}{dx} &= \alpha_i F_i (t - \theta), \\ G_c C_p \frac{dt}{dx} &= -\alpha_i F_i (t - \theta) \end{aligned} \right\}. \quad (27)$$

Розв'язок системи (27) за початкових умов $\tau = 0 \Big|_{t=t_1, \theta=\theta_1}$ відносно t запишеться у вигляді:

$$t(x) = t_1 + \frac{K_1}{K} (t_1 - \theta_1) e^{-Kx}, \quad (28)$$

де $K_1 = \frac{\alpha F}{G_c C_p}$, $K = \alpha F \left(\frac{1}{G_c C_p} + \frac{1}{G_0 C'_M} \right)$.

Температура сушильного агенту на виході i -го шару матеріалу, за умови $x = h_i$ (h_i - висота шару), складе:

$$t_i = t_{i-1} + \frac{K_1}{K} (t_{i-1} - \theta_1) e^{-K_i h_i}. \quad (29)$$

Висновки. У результаті теоретичного аналізу процесу сушіння дисперсних сільськогосподарських матеріалів у рухомому шарі отримано математичні залежності та встановлено послідовність розрахунку параметрів процесу тепло-масообміну. Запропонована математична модель може бути використана для встановлення режимних параметрів роботи сушарок із спіралеподібною формою сушильної камери.

Література

1. Анискин В.И. Моделирование процесса низкотемпературной сушки зерна в слое с помощью ЭВМ / В.И. Анискин, Г.С. Окунь, И.И. Веруман // Труды ВИМ – Москва, 1987 т. 115 – С. 42-47.
2. Лыков А.В. Теория сушки / А.В. Лыков — М.: Энергия, 1968 – 472 с.
3. Гапонюк О. І. Активне вентилявання та сушіння зерна / О.І. Гапонюк, М.В. Остапчук, Г.М. Станкевич, І. І. Гапонюк. - Одеса: ВМВ, 2014. - 325 с.
4. Котов Б.І. Моделювання режимів сушіння дисперсних матеріалів в безперевних сушарках колонкового типу / Б.І. Котов, Р.А. Калініченко, А.В. Спирін // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. - 2016. - № 6. - С. 69-75. - Режим доступу:

http://nbuv.gov.ua/UJRN/tcalc_2016_6_10

5. Котов Б. І. Математичне моделювання процесу сушіння рослинних матеріалів в барабанній сушарці при змінній швидкості переміщення матеріалу / Б. І. Котов, Р. А. Калініченко, А.В.Спірін // Інженерія природокористування. - 2017. - № 2. - С. 19-23. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Iprk_2017_2_6
6. Котов Б. І. Електротепловий спосіб акумуляції енергії для активного вентилявання сільськогосподарської продукції / Б. І. Котов, А. В. Спірін, Р. А. Калініченко // Техніка, енергетика, транспорт АПК. - 2016. - № 1. - С. 81-83. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tetapk_2016_1_19
7. Гайвась Б.І. Основні підходи в математичному моделюванні процесів сушіння капілярно-пористих та дисперсних матеріалів // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. – 2017. – Вип. 25. – С. 27-50.
8. Дідух В.Ф. Підвищення ефективності сушіння сільськогосподарських рослинних матеріалів. Монографія / В.Ф.Дідух. – Луцьк, вид. ЛДТУ, 2002. – 165с.
9. Забродоцька Л. Ю. Обґрунтування технологічного процесу та параметрів сушарки вороху насіння трав : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Л. Ю. Забродоцька; Кіровоград. нац. техн. ун-т.-Кіровоград, 2012. - 22 с.
10. Романков П. Г. Массообменные процессы химической технологии (системы с дисперсной твердой фазой) / П. Г. Романков, В.Ф. Фролов. - Ленинград: Химия, 1990.
11. Романков П. Г. Массообменные процессы химической технологии (системы с твердой фазой)/ П.Г. Романков, Н.Б. Рашковская, В.Ф. Фролов. Ленинград: Химия, 1975. - 336 с.
12. Фролов, В.Ф. Моделирование сушики дисперсных материалов / В.Ф. Фролов. – Л. : Химия, 1987. – 208 с.
13. Загоруйко В.А. Исследование гидротермических равновесных состояний пищевого сырья и процессов его переработки с паровоздушной средой : автореф. дис докт. техн. наук: / В.А.Загоруйко; Киев.1974.-30с.
14. Загоруйко В.А. Моделирование и метод расчета кинетики процесса сушки зернистых материалов/ В.А. Загоруйко, Ю.И. Кривошеев, А.В. Соколовская - Промышленная теплотехника.– К.: 1980, №2.-С.81-89

УДК 712.4 (477.82)

© Н.П. Ковальчук, к. с.-г. н., В.О. Ольховський
Луцький національний технічний університет

ДЕНДРОФЛОРА ЗЕЛЕНИХ ЗОН ВОЛИНИ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНОСТІ

У статті детально проаналізовано та розкрито особливості розвитку та формування дендрофлори зелених зон міст Волині в умовах сучасності. Розглянуто природні особливості розвитку озеленення даної природної зони. Виділено основні проблеми розвитку і формування міських зелених зон та розкрито їх містобудівничі та екологічні проблеми в умовах Волині.

ЗЕЛЕНА ЗОНА, ДЕНДРОФЛОРА, ЗЕЛЕНІ НАСАДЖЕННЯ, МІСТОБУДУВАННЯ, УРБАНІЗАЦІЯ, ПРИРОДНА ЗОНА, ДЕРЕВА, ЧАГАРНИКИ

Постановка проблеми. Досить важливою сьогодні є проблема збереження біологічного та ландшафтного різноманіття дендрофлори Волині. Біологічне різноманіття – це національне багатство країни, яке забезпечує еко системні та біосферні функції живих організмів, їх угруповань та формує середовище життєдіяльності людини.

На превеликий жаль, сьогодні біологічне, зокрема видове різноманіття дендрофлори втрачається внаслідок забудов, розорювання земель, меліорації, безконтрольного та надмірного вирубування лісів, створення мереж транспортної інфраструктури та здійснення інших видів господарської діяльності.

Головну загрозу біологічному різноманіттю дендрофлори становить антропогенний вплив, котрий полягає у знищенні природного середовища існування тварин, місць зростання рослин, їх деградації та фрагментації, разом з забрудненням середовища призводить до жахливих незворотних реалій. Вище описане веде в свою чергу до катастрофічного зменшення площ і територій водно-болотних угідь, природних лісових екосистем, котрі є основою збереження біологічного різноманіття. Внаслідок цього скорочуються території зайняті природною рослинністю, що створює загрозу втрати генофонду, як багатовікової еволюції, який повинен бути переданий нащадкам.

У зв'язку із зростаючою урбанізацією, роль міських зелених зон в забезпеченні оптимізації як міського середовища, так і за його межами важко переоцінити. Зв'язок міста і природи

розглядається у теорії та практиці містобудування і є основою розвитку будь-якого міста – від малого до крупного мегаполісу.

Зелені насадження є поліфункціональними у формуванні міського середовища. Вони відіграють важливу роль у містобудівних проектах, є індикаторами екологічного стану міст, а також виконують естетичні та рекреаційні функції [3].

На сучасному етапі вельми актуальною є проблема охорони навколишнього середовища і ландшафтів, у якій особлива роль відводиться міським зеленим зонам, котрі могли б стати об'єктами законодавчо-правової сфери містобудування, як складової частини довкілля разом з повітрям, землею, водою, флорою та фауною.

Зелені зони міст являють собою багатофункціональні території, містобудівничий потенціал яких пов'язаний з інтенсивним соціально-економічним та територіальним розвитком міст, що веде за собою зростання процесів урбанізації і, як наслідок цього, підвищення актуалізації їх еколого-рекреаційних та природоохоронних функцій [5].

Сучасна практика містобудування не забезпечує достатнє вирішення проблем охорони збалансованого, раціонального та гармонійного використання міських зелених зон, що пов'язано з конфліктом матеріального та духовного, котрий полягає у протилежному ставленні до зелених зон.

Зростання міського будівництва, збільшення кількості транспорту, що призводить до інтенсифікації руху, суперечить розвитку природоохоронних територій зелених зон.

Актуальність наших досліджень зумовлюється, як свідчать літературні дані, необхідністю подальшого вивчення особливостей розвитку та формування дендрофлори зелених зон Волині на сучасному етапі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час проведено багато досліджень, щодо стану та розвитку міських зелених зон. Вказані проблеми розглянуто у працях як вітчизняних авторів Кучерявого В.П. “Зелена зона міста” [4], “Урбоекологія” [2], “Фітомеліорація”, “Природне середовище міста”; Курницька М.П. “Особливості життєдіяльності деревних порід в урбогенних умовах великих міст” [1]; Ковальчук Н.П. “Еколого-біологічні проблеми зелених насаджень м. Луцька”, так і зарубіжних: Вергунов А.П. “Архітектурно-ландшафтна організація великого міста”; Sukopp H., Wittig R. “Stadtökologie”, однак ціла низка питань залишається невирішеними.

Мета дослідження полягає у вивченні дендрофлори та особливостей її формування у міських зелених зонах Волині.

На даний час проведено багато досліджень щодо впливу процесів урбанізації на міські зелені насадження та ролі зелених зон у містобудуванні. Вивчення та узагальнення набутого досвіду на сучасному етапі є актуальним завданням з точки зору як екології, урбоекології, фітомеліорації, так і містобудування.

Результати дослідження. Екологічна криза на території Волині хоча і не досягла ще критичної позначки, проте ціла низка екологічних проблем уже дала про себе знати. З кожним роком невідомо зростає вплив процесів урбанізації, розбудовуються міста та приміські зони, зростає антропогенний вплив на існуючі зелені зони, руйнуються природні ландшафти, котрі лише в межах природно-заповідного фонду Волинського Полісся зазнають найменших змін.

Досконалий за своїми природними, географічними, естетичними характеристиками ландшафт Волинського області сприяв процесу творення неперевершених зразків садово-паркового мистецтва.

Вкінці ХХ – на початку ХХІ століття спостерігається підвищення інтересу до створення зелених зон міст Волині. Впроваджуються різноманітні сорти плодкових дерев та чагарників, високо декоративні іноземні види і форми дерев, чагарників та ліан.

Широкий розвиток приватного будівництва у приміській зоні, прагнення благоустроїти щойно створені території, а також прикордонне розташування природної зони, сприятливі геокліматичні та ґрунтові умови Волинського Полісся створюють передумови до появи на ринку широкого асортименту високо декоративних хвойних та листяних порід. Даний період характеризується прискоренням процесу інтродукції нових високо декоративних видів і форм деревних рослин у міські насадження.

Сьогодні містобудівне формування зеленої зони – системи озеленених територій міста в поєднанні із заміськими (лісами, лісопарками, лугопарками, гідропарком) регламентується державними будівельними нормами (ДБН 360-92**, ДБН Б.1-397) Постановою Кабінету Міністрів України № 733 від 16.05.07 р. “Про затвердження порядку поділу лісів на категорії...”, природоохоронним законодавством.

В існуючій і передбаченій генпланом системі озеленення міста (зеленої зони) повинні бути присутні усі три групи озеленених територій, що визначаються за функціональною ознакою, а саме:

- загального користування – парки, сквери, бульвари, ліси, лісопарки, гідропарк, лугопарки;

- *обмеженого користування* – насадження на територіях житлових і громадських будинків, шкіл, дитячих закладів, промислових підприємств, спортивних споруд, закладів охорони здоров'я;

- *спеціального призначення* – насадження вздовж вулиць, у санітарно-захисних і охоронних зонах, зонах санітарної охорони, на території кладовищ, ботанічного саду, зоопарку.

Проведені нами дослідження стану дендрофлори Волинської області та її приміських зон показали, що вона представлена як аборигенними, так і інтродукованими видами, котрі пройшли акліматизацію і повноцінно увійшли в паркові фітоценози, насадження вулиць, скверів та площ.

В умовах міст Волині виразно виділяється домінуюча тенденція, чим кращі умови зростання, тим більше видове різноманіття деревних рослин. Відповідно, у парках та скверах видове різноманіття є більшим, ніж у вуличних насадженнях. Меншим видовим складом характеризуються приміські ліси, де переважають аборигенні лісоутворюючі види.

В цілому, згідно наших досліджень, дендрофлора Волині налічує понад 158 видів дерев, чагарників та ліан, котрі представлені 38 родинами, 84 родами та 37 декоративними формами. Згідно класифікації за життєвими формами 82 таксони припадає на дерева, 71 на чагарники і лише 5 – ліани.

Нами відзначено, що у зелених зонах міст Волинської області переважають листопадні види. З вічнозелених є лише 11 таксонів, з яких 9 – голонасінні. Близько 55% таксонів становлять інтродуковані види. Також, ми відмітили, що в міських зонах Волинської області значну перевагу становлять плодови дерева – понад 66%, на відміну від приміських лісів та зон, де панують аборигенні види.

Територіям з помірним кліматом властива чотириsezонна структура річного кола природи: весна, літо, осінь і зима. Кожному сезону властиві свої сезонні явища і свої сезонні аспекти. Сукупність сезонних явищ і сезонні аспекти визначаються структурою ландшафтів, а в умовах міст – рівнем їх антропогенізації.

В різних географічних районах вони настають не одночасно і, як правило, проходять з різною швидкістю. Прихід фенологічної зими в країнах з помірним кліматом прийнято умовно рахувати з моменту зміни осіннього безсніжного аспекта, аспектом з стійким сніговим покривом. Початок фенологічної весни

визначається початком руйнування снігового покриву. В більшості випадків зміна сезонних аспектів природи відбувається поступово.

Індикаторами меж природних сезонів є явища різних компонентів ландшафту: в холодні сезони – метеорологічні і гідрологічні, а в теплі – життя рослинного і тваринного світу. Індикаторами початку фенологічного літа в зоні Західної України є початок цвітіння шипшини і малини або дозрівання плодів в'язу.

Комплекс несприятливих урбогенних факторів міського середовища суттєво впливає на феноритміку зелених насаджень як міста Луцька і Волині, так і України цілому.

У результаті проведених фенологічних спостережень встановлено, що основні фенофази у деревних рослин в межах міста починаються раніше і проходять у більш швидкому темпі, ніж у приміській зоні. Тому справедливим є твердження про зсув вегетаційних, обмінних процесів і передчасне старіння у дерев та кущів, що знаходяться під впливом урбогенних умов середовища.

У більшості видів деревних рослин розкривання листкових бруньок збігається з початком вегетації (робінія псевдоакація, глід). Але є види, у яких бруньки тривалий час набухають, але розкривання настає значно пізніше. До таких видів належать липа широколиста, липа серцелиста, горобина звичайна, горобина арія, гіркокаштан звичайний, клен. Найчастіше розвиток бруньок і поява перших листків настає одночасно, хоча існують види, в яких дані процеси навіть в екземплярів при близькому сусідстві відбуваються в різні періоди (бук лісовий).

Фенологічними спостереженнями встановлено, що в деяких видів, особливо в інтродуцентів, які є недостатньо морозостійкими, виявляються ураження пізніми весняними заморозками, що в подальшому затримує як початок вегетації, так і наступні фази розвитку. При надмірному пошкодженні молодих пагонів, з'являються пагони із сплячих бруньок, а пізніше із попередньо ушкоджених, в зв'язку з чим, нове покоління листків розвивається нерівномірно і з деяким запізненням.

У дерев, що зростають в несприятливих умовах, окрім листків весняного розвитку, в літній і осінній періоди відмічається поява листків другої генерації (гіркокаштан звичайний на пр. Відродження та Перемоги, вул. Рівненській).

У вересні 2018 року спостерігалось повторне цвітіння гіркокаштана звичайного на фоні сухого листя, також акації, робінії, а у жовтні цвіли яблуні на фоні ще не повністю дозрілих плодів (вул. Набережна та Привокзальна м. Луцьк). В природі даний процес відбувається в сухе жарке літо. Особливо виразно це

явище проявляється у міських умовах, де температура завжди вища від природних територій. Підтверджуються дані багатьох дослідників, що ксерофілізація веде до прискорення відмирання весняних листків, які не справляються з регулюванням транспіраційного процесу.

Отже, час і характер зміни листових пластинок залежить від біологічних особливостей рослин, кліматичних та безпосередніх умов місцезростання. Наприклад, у насадженнях вулиць і площ міста з гіркокаштана звичайного та липи дрібно- і широколистої перше пожовкле листя появляється в липні з помітним кількісним збільшенням у наступному місяці.

У зелених насаджень Луцька спостерігається передчасне забарвлення листків всередині крони лише на окремих гілках, що не можна вважати початком масової зміни забарвлення. Це стосується зокрема, берези повислої, липи серцелистої, липи широколистої, тополі чорної, що особливо помітно в сухе сонячне літо. В горобини звичайної ефектне декоративне забарвлення настає лише в пору сонячної і теплої погоди. Деякі види не мають вираженого осіннього забарвлення листків (робінія псевдоакація, тополя біла, тополя чорна) і воно, переважно, опадає зеленим, після перших заморозків. В окремих видів декоративні фарби зберігаються протягом тривалого періоду (сумах пухнастий). Насадження, які зростають в несприятливих міських умовах швидше скидають листя, іноді воно передчасно засихає (липа, гіркокаштан). У дуба звичайного, бука європейського мертві листові пластинки довго залишаються на дереві.

Суха тепла погода та ранні осінні заморозки також прискорюють опадання листя. Тривалість життя листової пластинки значною мірою залежить від місця зростання. В сухих і сонячних місцях опадання листя настає швидше, ніж у вологих затінених місцях.

Загалом, дерева площ і центральних вулиць міста скидають листя на 10 днів раніше, ніж дерева парків і скверів. Водночас дерева парків і скверів скидають листя на 6 днів раніше, ніж дерева приміських лісових насаджень. Встановлено також, що процес відмирання листків в окремих екземплярів дерев може бути прискорений внаслідок пошкодження їх шкідниками.

Ефект цвітіння залежить від кількості квітів, їх забарвлення, від одночасності розцвітання. Встановлено, що на тривалість цвітіння значною мірою впливають погодні умови. Сонячна і суха погода прискорює і продовжує період цвітіння,

натомість волога – навпаки. Сильні весняні заморозки стають причиною пошкодження цвіту у абрикоса звичайного.

Припинення росту вегетативних пагонів збігається з формуванням квіткових бруньок. В цей період вегетативні пагони ростуть значно довше. На завершення росту пагонів здійснюють вплив едафічні та кліматичні умови, вік рослин, їх життєвість. У більшості листяних дерев і кущів закінчення росту пагонів відбувається досить швидко, іноді він настає неодноразово і пов'язаний з особливістю деревних рослин утворювати порослеві бруньки в різні пори року (дуб звичайний). В дерев, які зростають в несприятливих ґрунтових умовах, часто порушується ритміка розвитку (гіркокаштан, липа широколиста, липа серцелиста, клен гостролистий, клен сріблястий).

Постійне щорічне плодоношення відмічене у верби білої, тополі чорної, глоду колючого, берези повислої. Нерегулярне плодоношення характерне для липи дрібно- та широколистої, бука лісового, дуба звичайного та клена гостролистого. Загалом, в міських умовах у більшості видів плодоношення слабке. В одних видів плоди опадають відразу після дозрівання (гіркокаштан звичайний, дуб звичайний), в інших – залишаються на дереві довго і опадають лише взимку або в наступному вегетаційному періоді (бархат амурський, ясен, акація біла). Пізнє опадання плодів у деяких видів не позбавляє їх декоративності в безлистяний період, а навпаки підвищує її (сумах пухнастий, катальпа бігніонієвидна, горобина звичайна). В деяких видів деревних рослин плоди масово поїдаються птахами (шовковиця, барбарис, глід, горобина), тому встановити фази природного їх опадання важко.

Аналізуючи дані Волинського центру з гідрометеорології за 2016 рік ми уже спостерігали тенденцію до потепління. Середньомісячна температура, за винятком жовтня та листопада, була стабільно вищою за норму на 1-30, в лютому – на 6,60. Середньорічна на 2,00 випередила багаторічні показники. Кількість опадів за рік у більшості районів перевищила багаторічні показники на 30-110 мм, за винятком південно-східних районів, де річна кількість на 18-38 мм була нижчою за норму. Однак, слід відмітити, що опади випадали нерівномірно як по кількості, так і по території. До того ж, найбільш дощовим виявився холодний період. Недостатня кількість опадів та значно підвищений температурний режим влітку призвели до виникнення високої та надзвичайно високої пожежної небезпеки вже з травня. Зимовий період розпочався в кінці грудня 2015 року, а вже 28 січня закінчився.

В першій декаді весни опадів було набагато більше норми, в другій, за рахунок переважно антициклональної погоди – зовсім мало. Загальна кількість опадів на території області становила 41-76% від місячної норми, крім Любешівського району, де випало 97%. Особливо сухою була третя декада у Ковельському, Маневицькому та Шацькому районах. В кінці травня у Ковельському та Шацькому районах спостерігалась висока пожежна небезпека.

Літо розпочалось сильною зливою в Ковелі: 1 червня за 4 години випало 93мм – 120% від місячної кількості опадів. Лише на початку червня середньодобова температура була на 1-40 вищою за кліматичні показники. Надалі похолодало, спостерігалися слабкі заморозки. Вдругій половині літа було спекотно: середньодобова на 2-90 перевищувала норму. 17 червня в Луцьку був перевищений абсолютний максимум для цього дня. Внаслідок спекотної та сухої погоди в кінці третьої декади спостерігалась висока пожежна небезпека.

Майже дві декади вересня були теплими. Середньодобова температура повітря на 1-70 перевищувала багаторічні показники. Максимальна температура сягала 21-28,0, в окремі дні другої декади – 29-31,0. Надалі утримувалась суха прохолодна погода зі слабкими морозами вночі. Загалом, опадів в листопаді випало 145-171% від місячної норми.

Протягом року було 10 випадків перевершення рекордів абсолютного максимуму по днях для Луцька та 1 випадок, коли мінімальна температура була нижче абсолютних значень.

Фенофази у дерев можуть збитися через надто спекотне літо і теплу осінь, що пояснює друге цвітіння дерев. Найчастіше таке явище притаманне рослинам, завезеним з інших кліматичних зон. Аномалії з вегетативним періодом рослин — ще одне підтвердження стрімкого курсу на глобальне потепління нашої планети та високу ступінь загазованості атмосферного повітря, що збільшує свої показники з кожним роком. Це завдає значної шкоди деревним рослинам. Бо зацвітають вони не передчасно, а вдруге. Весною вони вже не буятимуть, як зазвичай, адже генеративні бруньки формуються раз на рік — з кінця весни і впродовж літа. Древа, котрі цвітуть восени, переважно зростають поблизу доріг, де повітря найбільш загазоване.

Тому, з метою збереження існуючих та розширення видового і формового складу дендрофлори, необхідно проводити заходи з покращення довілля та якості ґрунту.

У Волинській області нараховується, згідно статистичних даних, 14,2 тис. га – сильно розмитих; 20,7 тис. га – сильно дефляційно небезпечних та 52,5 тис. га – перезволожених деградованих сільськогосподарських земель, що складає 4,3% від площі області.

Загальна площа земель лісового фонду Волинської області на 1 січня 2017 року становила 624,5 тис. га. Також на території Волинської області, з метою збереження та примноження різноманітності дендрофлори, створений природно-заповідний фонд, до якого входить 1 природний заповідник, 2 національних природних парки, 26 заповідних урочищ, 6 ботанічних заказників, 8 ландшафтних заказників загальнодержавного значення; 3 парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, 1 ботанічний сад, 24 ботанічних заказники, 26 ландшафтних заказників, 38 лісових заказників, 102 ботанічних пам'яток природи, 8 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва місцевого значення.

Висновки. Отже, на сучасному етапі містобудування зелені насадження є повноправними конструктивними елементами, котрі беруть активну участь в організації міської території, виконують роль центру чи осі просторового вирішення міського ансамблю, розділяючи забудову чи оточуючи місто та його житлові райони.

На всіх історичних етапах формування нових зелених зон, зокрема парків, сприяли як соціально-економічні умови, естетико-культурні традиції, так і комплекс ландшафтних, гідрологічних та геокліматичних характеристик природної зони Волині.

Дендрофлора сучасних зелених зон Волині зазнає комплексного впливу негативних факторів, спричинених процесами урбанізації, що призводить до незворотних негативних змін у процесах життєдіяльності міських зелених насаджень.

Література

1. Курницька М.П. Особливості життєдіяльності деревних порід в урбогенних умовах великих міст (на прикладі м.Львова): Автореф. дис.... канд. с.-г. наук: 06.03.01 / Укр.ДЛТУ. – Львів, 2001. – 19 с.
2. Кучерявий В.П. Урбоекологія. – Львів: Світ, 2001. – 439 с.
3. Кучерявий В.П. Фітомеліорація. – Львів: Світ, 2003. – 539 с.
4. Кучерявий В.А. Зеленая зона города. – К.: Наукова думка, 1981. – 247 с.
5. Кучерявий В.А. Природная среда города. – Львов: Вища школа, 1984. – 144 с.

УДК 712.4 (477.82)

© Н.П. Ковальчук, к.с.-г.н., В.О. Ольховський
Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ УРБАНІЗАЦІЇ НА ФІТОЦЕНОЗИ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ ВОЛИНІ ТА ПІДБІР ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ДЛЯ РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ

У статті проведений аналіз сучасних проблем фітоценозів населених місць Волині в умовах урбанізації. Вивчено в умовах міст Волині проблеми підвищення життєвості фітоценозів на територіях населених місць Волині. Проаналізовано особливості підбору деревних рослин для фітоценозів у різних екологічних умовах зростання.

**ДЕНДРОФЛОРА, ФІТОЦЕНОЗИ, НАСАДЖЕННЯ,
ЖИТТЄВІСТЬ, ДЕРЕВНІ РОСЛИНИ, УРБАНІЗАЦІЯ,
УРБООКОЛОГІЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ**

Постановка проблеми. Проблемами зміни природного середовища у містах займається урбоекологія – нова ланка в екологічній науці. Урбанізацію розглядають як об'єктивний історичний процес підвищення ролі міст у розвитку цивілізації з одночасною трансформацією природного довкілля, а точніше, довкілля існування людини – творця такого феномена, яким є місто.

Оптимізуючим, а точніше, фітомеліоризуючим фактором у містах стають зелені насадження. Озеленення міст – це велика складова в загальному комплексі міського господарства, що водночас є особливою складовою міської урбоекосистеми, якій належать парки, сквери, вуличні насадження, захисні смуги різного призначення, утилітарні та декоративні сади, тощо [3]. Зменшенню негативного впливу шкідливих викидів в місті сприяють зелені насадження у вигляді смуг, рядових посадок дерев, створення скверів, садів, парків, гідропарків. Серед зелених рослин міст фітомеліоративну функцію (інженерно-захисну, санітарно-гігієнічну, естетичну, архітектурно-планувальну) найбільш ефективно здійснюють передусім багатовидові, багатоярусні фітоценози [5].

Розвиток міст, особливо великих, призводить до формування своєрідного урбанізованого довкілля з комплексом факторів, що негативно впливають на життєвість деревних рослин. Дія несприятливих чинників зумовлює пошкодження асиміляційного апарату, скорочення вегетації, зниження інтенсивності ростових та генеративних процесів і, загалом, до

зменшення тривалості життя міських насаджень. Тому, вельми актуальним є вивчення комплексного впливу негативних урбогенних факторів на життєвість деревних порід з метою добору стійких до несприятливих умов міського середовища видів, підвищення продуктивності та декоративності зелених насаджень, посилення їх рекреаційних, санітарно-гігієнічних, естетичних, захисних та інших функцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час проведено багато досліджень, щодо стану та розвитку міських зелених зон. Вказані проблеми розглянуто у працях як вітчизняних авторів Кучерявого В.П. “Зелена зона міста” [4], “Урбоекологія” [2], “Фітомеліорація”, “Природне середовище міста”; Курницька М.П. “Особливості життєдіяльності деревних порід в урбогенних умовах великих міст” [1]; Ковальчук Н.П. “Еколого-біологічні проблеми зелених насаджень м. Луцька”, так і зарубіжних: Вергунов А.П. “Архітектурно-ландшафтна організація великого міста”; Sukopp H., Wittig R. “Stadtökologie”, однак ціла низка питань залишається невирішеними.

Метою дослідження є вивчення впливу процесів урбанізації на фітоценози населених місць Волині.

На даний час проведено багато досліджень щодо впливу процесів урбанізації на міські зелені насадження та ролі фітоценозів у містобудуванні. Вивчення та узагальнення набутого досвіду є актуальним завданням з точки зору як екології, урбоекології, фітомеліорації, фітоценології так і містобудування.

Результати дослідження. Атмосферне повітря є одним з життєво найважливіших елементів навколишнього середовища і складає певну суміш газів, котрі ми щохвилино вдихаємо. Забруднення атмосферного повітря – це будь-яка зміна його складу і властивостей, котра негативно впливає на здоров'я людей, тварин, стан рослинного покриву та екосистеми в цілому. Як свідчить порівняльний аналіз, проведений нами по 11 областях України, згідно статистичних даних, що рівень забруднення атмосферного повітря Волинської області є значно нижчим рівня забруднення інших областей України.

Велике занепокоєння викликає забруднення атмосферного повітря Волині пересувними джерелами (89% загального об'єму викидів), як свідчать статистичні дані та 57,8% – викиди автотранспорту громадян. Якщо в середньому з розрахунку на одного жителя області припадає 36,6 кг викидів, то від пересувних джерел у м. Луцьку та м. Ковелі відповідно по 47,4 та 49,8 кг на 1 жителя.

В результаті експлуатації автотранспорту, основними токсичними інгредієнтами, котрі забруднюють повітря Волинської області є оксид вуглецю та сполуки азоту. Відомо, що забруднене повітря становить як пряму негативну загрозу здоров'ю, так і спричинює повільне руйнування різних систем життєзабезпечення організму. Дуже небезпечними для людини є сполуки азоту – нітриту і нітрати, котрі потрапляють у повітря з відпрацьованими газами автомобілів та під час внесення мінеральних добрив. Деякі з них є вихідними продуктами для синтезу канцерогенних речовин. Забруднене повітря значно знижує імунітет, негативно впливає на органи дихання, спричинюючи виникнення респіраторних захворювань, катарів верхніх дихальних шляхів, ларингіту, ларинготрахеїту, фарингіту, бронхіту, пневмонії, що на сьогодні є досить частими захворюваннями волинян.

Шкідливі викиди в сукупності з пиловим забрудненням посилюють також негативний вплив на рослини, котрі слугують своєрідним бар'єром між забруднювачами та людським організмом та відфільтровують негативні сполуки. Пил і сажа сильно послаблюють газообмін рослин, процеси дихання та асиміляції, які є і так загальмованими перегрівом ґрунту та повітря, прискорюючи процеси старіння та відмирання міських та приміських насаджень.

Хімічні речовини та важкі метали, накопичуючись у рослинах, сповільнюють їхній розвиток, помітно знижують продуктивність міської дендрофлори, її естетичний вигляд, загальну комфортність, що негативно впливає як на міську так і на приміську рекреацію, зумовлюючи виникнення великої кількості антропогенних захворювань населення.

Запиленість повітря на озелених ділянках житлових мікрорайонів, як свідчать літературні дані, на 40% нижча, ніж на відкритих площах та характеризується хорошою газо- та пиле поглинальною здатністю, тобто вловлюється близько 70-80% аерозолів і пилу.

Проведені нами дослідження дерев, що ростуть неподалік основних забруднювачів повітря показали, що фенофаза пожовтіння листя настає на 7 – 15 днів раніше.

Водночас, можна побачити, що умови загазованості та запиленості добре витримують тополя канадська, верба біла, ясен зелений; дуже погано реагує каштан кінський; задовільно – клен гостролистий і горобина звичайна.

Відомо, що пошкодженню, яке відбувається внаслідок виділення шкідливих газів при техногенному забрудненні, підлягають асиміляційні органи – листки. Помітне покращення

життєвості зелених насаджень спостерігається на віддалених від автомагістралей ділянках міст. Високий рівень забруднення призводить до появи некротичних плям на листових пластинках, зміни пігментації, декоративних якостей рослин, ослаблює загальний стан рослини, що веде до появи захворювань різної етіології і скорочення життєдіяльності. Згідно з літературними даними, кількість пилу, що осаджується листовою поверхнею дерев різноманітних порід є неоднаковою. Опушені, складчасті, липкі листки осаджують і утримують більшу кількість пилу, ніж гладенькі. Найвищий бал газостійкості серед досліджуваних нами рослин мають клен ясенелистий, тополя чорна, шовковиця біла, тополя канадська, ясен звичайний. Найменший бал газостійкості відмічений в ялини звичайної. Найбільшу кількість пилу в кг за один вегетаційний період поглинають такі рослини як тополя канадська, клен ясенелистий, шовковиця біла. Найменшу пиле осаджуючу здатність серед деревних порід мають робінія і горобина звичайна, що необхідно враховувати при проведенні робіт із озеленення міста.

Вплив зелених насаджень на зниження концентрації в повітрі шкідливих газів відбувається шляхом розсіювання цих газів у верхні шари атмосфери кронами дерев і до деякої міри шляхом поглинання газів продихами і клітинною оболонкою листків. Насадження вбирають з атмосферного повітря сірчистий газ і накопичують його у вигляді сульфатів у своїх тканинах. Листки багатьох рослин здатні поглинати з повітря сірчані сполуки і накопичувати їх в своїх тканинах. Найбільший вміст сірки відмічають у листових пластинках клена гостролистого і клена ясенелистого, причому листя першого знаходиться в поганому стані. Найменший вміст сірки спостерігається в робінії псевдоакації, в якій листові пластинки зовсім неушкоджені. Листкові пластинки верби білої, клена ясенелистого, тополі канадської характеризуються високим відсотком вмісту сірки, зберігаючи при цьому добрий стан листових пластинок, що є дуже важливим моментом з урахуванням використання даних порід в озелененні міста. Найкращою SO₂ поглинаючою здатністю характеризуються всі перераховані види тополі і ясен звичайний. Найнижчу здатність до поглинання SO₂ має робінія псевдоакація і клен гостролистий.

Комплекс несприятливих урбогенних факторів міського середовища суттєво впливає на феноритміку фітоценозів як міста Луцька і Волині, так і України в цілому.

Підбір деревних рослин для висаджування у різних екологічних умовах визначається типом насаджень, декоративними

властивостями рослин і, що є найважливішим – відповідністю біологічних особливостей рослин умовам зростання. Створення архітектурно-художніх композицій в зеленому будівництві великою мірою залежить від біологічних, екологічних, фітоценотичних та інших властивостей рослин. Вивчення цих властивостей значно полегшує проектування високодекоративних рослинних композицій і забезпечує стійкість та довговічність їх існування.

Негативні тенденції, які спостерігаються останнім часом у зеленому будівництві Луцька, зокрема, скорочення площ насаджень, обсягів посадок, збіднення асортименту посадкового матеріалу, високий рівень уражень різними захворюваннями, ущільнення ґрунтів, різноманітні механічні пошкодження рослин, високий рівень техногенного впливу, низький рівень агротехнічних методів і прийомів призводять до того, що існуючі насадження не в змозі виконувати покладені на них фітомеліоративні функції. Від периферії до центру міста прослідковується тенденція зменшення видової кількості рослин та спрощується структура культурфітоценозів. В такому ж порядку умови місцезростань ксерофілізуються і в насадженнях зростає частка ксеромезофітів, оскільки рослини в центрі міста зростають фактично в екстремальних екологічних умовах.

При доборі асортименту насаджень для м. Луцька ми враховували оптимальний діапазон толерантності деревних рослин як до едафічних факторів, так і до кліматичних умов, що характерні для сучасного міста. При підборі рослин ми враховували наростаючу екологічну напруженість, яка проявляється у напрямку від периферії міста до його центру.

В місцях максимального забруднення ґрунту важкими металами на території м. Луцька слід висаджувати такі породи дерев, здатність яких акумулювати забруднювачі була б максимальною, а саме: клена гостролистого, як найкращого поглинача свинцю, рекомендуємо висаджувати на вул. Кліма Савури, на вул. Львівській, поблизу КРЗ, меблевого комбінату, спиртзаводу, ЛуАЗу; насадження осики, як найкращого поглинача міді, цинку та кобальту – поблизу СТО-1, ЛуАЗу, НВО “Електротермометрії”, авіазаводу, КРЗ, на вулицях Ковельській та Володимирській, в районі заводу виробів із синтетичних шкір; насадження робінії псевдоакації, як найкращого поглинача нікелю – поблизу авіазаводу, Гнідавського цукрового заводу, асфальтного заводу, КРЗ. Поблизу заводу “Спектр” та заплави р.Чорногузка рекомендуємо насадження робінії псевдоакації, верби білої, ясена звичайного, осики.

Вздовж вулиць, де стан ґрунтів є вцілому задовільним, хоч там і спостерігається активний рух автотранспорту, необхідно висаджувати ясен звичайний, клен гостролистий, робінію псевдоакацію, які активно акумулюють забруднювачі.

Якщо забруднення едафотопу поєднується з незадовільним станом атмосфери та активним рухом автотранспорту, найкращий вихід – це насадження робінії псевдоакації та клена гостролистого, що активно покращують ситуацію. Лише в тих ділянках міста, де не існує загрози понаддозового забруднення, озеленюючи територію, можна керуватися головним чином декоративними цілями.

Для підтримання декоративних якостей дерев, чагарників та ліан, необхідно постійно слідкувати за регулюванням росту, інтенсивністю цвітіння, плодоношення, а також формуванням габітусу пагонево-осьового комплексу за допомогою систематичного і своєчасного обрізування. Деревні рослини, формуванням крони яких не займаються, втрачають декоративні якості: набирають занедбаного вигляду, повільно ростуть, погано цвітуть і з часом втрачають природну форму. Тому обрізка декоративних дерев, чагарників та ліан є необхідною і важливою складовою агротехнічного комплексу. За допомогою обрізки можна змінити характер росту, конфігурацію крони, збільшити розміри, чисельність квітів та плодів, успішно боротися із шкідниками та хворобами, омолоджувати рослини, видаляючи відмерлі, затінені, хворі і пошкоджені гілки.

Формувальне обрізування включає вкорочення і прищипування пагонів, підстригання і прорідження крон деревних рослин. Найчастіше даному виду обрізки підлягають дерева в рядових та алейних насадженнях. Метою формувального обрізування є рівномірне розміщення скелетних гілок, надання кроні більш декоративного вигляду, вирівнювання висоти дерев, зберігання природної чи надання штучної форми деревам, при цьому необхідно враховувати їх біологічні особливості: форму крони, її вікові зміни, можливість пробудження сплячих бруньок, а також здатність конкретної рослини витримувати дану процедуру. Добре переносять обрізку, за нашими спостереженнями, такі види як липа дрібно- і широколиста, в'яз гладенький, тополя біла і тополя чорна, верба біла і верба ламка, яблуня домашня, граб звичайний, бук лісовий, клен ясенелистий, ясен пухнастий, робінія псевдоакація, ялина звичайна, туя західна, ялівець звичайний. Погано почувають себе при обрізці береза повисла, горіх грецький, ясен звичайний, гіркокаштан звичайний, горобина звичайна,

модрина європейська, черемха пізня, клен гостролистий, катальпа бігнонієвидна, сосна звичайна, ялиця біла.

У м. Луцьку за останні роки були піддані надмірному обрізуванню майже усі вуличні насадження, включаючи і ті породи, які його погано переносять. Відсутність важливих складових агротехнічного комплексу по догляду за насадженнями на ряду з надмірним обрізуванням відбилися на їх зовнішньому вигляді, помітно знизилась опірність дерев до захворювань різної етіології (частіше почали ушкоджуватись шкідниками). При цьому дуже постраждали гірकोкаштани, переважна більшість яких зростає у вуличних насадженнях.

Санітарне обрізування полягає у вирізці старих, ушкоджених, переплетених пагонів для створення рівномірної світлопроникної і добре вентиляованої крони. Даний вид обрізки можна проводити щорічно протягом усього вегетаційного періоду. В м. Луцьку санітарна обрізка часто ведеться цілком спонтанно, без врахування періоду. При догляді за надземною частиною дерева необхідно систематично видаляти порослеві і жирові пагони, які значно послаблюють загальний стан рослини. При видаленні сухих гілок, місця зрізу слід обробляти садовим варом чи масляною фарбою, оскільки у місцях зрізу камбій мертвий або діяльність його дещо знижена і з часом на необробленому місці може утворитись гниль, що спричинить в подальшому захворювання.

Омолоджувальне обрізування застосовують при старінні дерев і чагарників, які втрачають свої декоративні якості. У таких рослин листя стає дрібним, зменшується приріст, знижується кількість та якість квіток і плодів. Омолодження проводять рано навесні. Цей агротехнічний захід краще проводити протягом двох-трьох років, починаючи з верхівки і крупних скелетних гілок. Необхідним у догляді за такими рослинами є рихлення ґрунту, внесення мінеральних та органічних добрив, проведення поливу та формування крони.

Оптимальними строками проведення обрізування в загальному є кінець зими – початок весни, а також друга половина літа, коли у більшості рослин ріст пагонів повністю завершений. Проте це не виключає можливості виконання обрізки і в інші строки, зокрема в першій половині літа і навесні. Деревні рослини, обрізані в період вегетації, відразу починають утворювати навколо рани калус. Слід уважно підбирати строки обрізування для дерев, які характеризуються значним виділенням соку (береза повисла, бук лісовий, горіх волоський, клен гостролистий, граб звичайний, вільха чорна і сіра), а тому їх краще обрізати восени. Зимове

обрізування допустиме лише в умовах м'якої зими. Хвойні деревні рослини слід обрізати влітку або восени, коли вони втрачають меншу кількість смоли з ран.

Отже, для підвищення життєвості та декоративності дерев і чагарників потрібно комплексно застосовувати усі складові агротехнічних технологій за доглядом: обробіток ґрунту, полив, дощування крони, внесення органічних та мінеральних добрив, боротьба із шкідниками та іншими захворюваннями, своєчасне і правильне обрізування.

Висновки. Вище наведені дані є достатньо важливими при підборі та створенні стійких до урбогенних умов фітоценозів для потреб озеленення, з метою успішної фітомеліорації, збереження і примноження видового різноманіття.

З метою збереження існуючих та розширення видового і формового фітоценотичного складу, необхідно проводити заходи з підвищення їх життєвості.

Література

1. Кучерявий В.П. Урбоекологія. – Львів: Світ, 2001. – 439 с.
3. Кучерявий В.П. Фітомеліорація. – Львів: Світ, 2003. – 539 с.
4. Кучерявый В.А. Зеленая зона города. – К.: Наукова думка, 1981. – 247 с.
5. Кучерявый В.А. Природная среда города. – Львов: Вища школа, 1984. – 144 с.

УДК 677.021

© В.Л. Мартинюк, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

О.З. Бундза, к.т.н.

Національний університет водного господарства та природокористування

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ЗА УМОВИ УДАРНИХ ВПЛИВІВ НА НИХ

У статті викладено результати експериментальних досліджень, спрямованих на встановлення критичної висоти падіння бульб картоплі та впливу температури навколишнього середовища на прояв внутрішніх пошкоджень бульб картоплі різних сортів.

БУЛЬБИ КАРТОПЛІ, ПАДІННЯ, ВИСОТА, ТЕМПЕРАТУРА, СОРТ

Постановка проблеми. Картопля є однією з найважливіших сільськогосподарських культур в світі та займає за обсягом виробництва друге місце після зернових. Далеко не останнє місце в списку виробників картоплі займає Україна. Під картоплю було відведено 11291,2 тис. га у 2015 році та 1323,3 тис. га у 2017 році [1].

Агро-кліматичні умови сприяють нарощуванню виробничих потужностей. Україна може вийти на світовий ринок як потужний експортер картоплі. Це вимагає збільшення об'ємів виробництва даної культури, підвищення якості продукції.

При використанні повністю механізованої технології обробітку, збирання та післязбиральної доробки картоплі особливо гостро стоїть проблема зниження механічних пошкоджень бульб і пов'язаної з цим збереження в зимовий час. У бульб картоплі, що мають механічні пошкодження, збільшується природне зменшення маси при зберіганні, зростає число хворих бульб порівняно з бульбами без травм. Травмовані ділянки бульби посилено випаровують вологу, дихають і витрачають на ці процеси багато пластичних речовин. В результаті до весни бульби вони виснажуються, дають ослаблені сходи, що веде до значних втрат врожаю.

Згідно чинних досліджень [2] кількість пошкоджених бульб під час збирання, сортування, транспортування становить 30-90%.

Основною причиною пошкоджень є динамічні навантаження з боку робочих органів машин у ході збирання та післязбиральної доробки.

З урахуванням вище зазначеного, дослідження, спрямовані на удосконалення робочих органів машин для збирання і післязбиральної доробки бульб картоплі з метою зменшення їхніх механічних пошкоджень є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням механічних пошкоджень бульб картоплі присвячено роботи Мацепуро М.Е. [3], Табачука В.Н. [4], Єрохіна М.Н. [5], Заводнова А.В. [6], Кузьміна А.В. [7] та багатьох інших.

Зокрема, Табачук В.Н. встановив, що 70% зафіксованих пошкоджень бульб картоплі – це внутрішні пошкодження, які проявляються як потемніння бульб під шкіркою. Причинами таких пошкоджень є ударні навантаження на сепаруючих органах, а також удари, які спостерігаються під час переходу бульб з одного робочого органу на інший.

Кузьмін А.В., Болохоев В.С. у ході шестирічних досліджень пошкоджень бульб картоплі під час збирання картоплезбиральними комбайнами і технічними засобами: ККУ-2А, КПК-3, SE-75-30, КТН-2В встановили, що під час збирання картоплі комбайном ККУ-2А середнє пошкодження бульб картоплі становить 17,54%. Основними причинами пошкодження є природно-кліматичні умови і конструктивні особливості комбайна ККУ-2А. Під час збирання комбайном фірми GRIMME марки SE-75-30 пошкодження зменшились на 5,45%. Результати досліджень пошкоджуваності бульб картоплі робочими органами збиральних машин (ККУ-2А, SE-75-30, КТН-2В) показали, що найбільші пошкодження припадають на наступні робочі органи: бункер, завантажувальний транспортер, на перепадах між барабанним транспортером і гіркою розкату і кузовом автомобіля. Тобто це ті робочі органи, де спостерігаються великі перепади з одного робочого органу на інший. Автори прийшли до висновку, що найбільшу увагу потрібно приділяти внутрішнім пошкодженням, тобто потемненню м'якоті. Даний вид пошкодження веде до втрат під час зберігання бульб картоплі.

Зокрема, Костенко М.Ю. [8] встановив, що бульби картоплі, які отримали пошкодження м'якоті під час механізованого збирання, втрачають за період зберігання до 5 % сухої речовини.

Верещагин Н.И., Мацепуро М.Е. [9, 3] встановили, що джерелом пошкодження бульб картоплі є їхнє падіння зі стола для перебору бульб у бункер, а також процес вивантаження у

транспортний засіб. Вченими встановлено залежність пошкодженості бульб від висоти падіння та їхньої маси.

Аналіз чинних досліджень виявив, що пошкоджуваність бульб картоплі при механізованому збиранні залежить від багатьох факторів. Це, перш за все, конструкція картоплезбиральних машин, матеріал, з якого виготовлені робочі органи машин, і режими роботи. Не останню роль відіграють фізико-механічні властивості бульб, що залежать в свою чергу від сорту, агротехніки вирощування, структури ґрунту, кліматичних умов.

З урахуванням того, що удосконалення технологічних процесів і робочих органів машин для збирання та післязбиральної обробки картоплі потрібно дослідити механічні пошкодження бульб та виявити фактори впливу на інтенсивність їхніх проявів.

Мета дослідження. Експериментальне дослідження впливу висоти падіння бульб картоплі на їхнє пошкодження та встановлення залежності кількості пошкоджень від сорту та характеристик навколишнього середовища.

Результати дослідження. Дослідження виконувались у 2015-2018 рр. Для проведення досліджень обрано свіжезібрані бульби картоплі сортів Слов'янка, Наташа, Околиця.

Для досліджень вручну відбирали бульби приблизно однакові за розміром. Кількість відібраних бульб – 50 штук кожного сорту. Скидання бульб картоплі проводили з висоти 0,1 – 1,0 м з інтервалом 0,2 м на металевий стіл. Досліди проводили з свіжезібраними бульбами за умови, що збирання бульб з ґрунту проводилась при температурі навколишнього середовища 23°C, 15°C.

З метою визначення пониження температурного режиму на прояв пошкодженості бульб додатково відібрані бульби ми помістили в термосумку на 24 години (акумулятори міняли через 8 годин, щоб зберегти приблизно однакову температуру, яка становила 6° С).

Стіл металевий перед проведенням досліджень покривали фарбою з метою фіксації місця удару.

Бульби, які були зібрані після скидання укладали в пластмасові ящики на подушку з тирси та розміщували на місяць у приміщення для збереження бульб картоплі з температурою 5° С.

Потемнення м'якоти бульб фіксували шляхом розрізання в зафарбованому місці та заміром глибини проникнення темної плями вглиб (рис. 1).

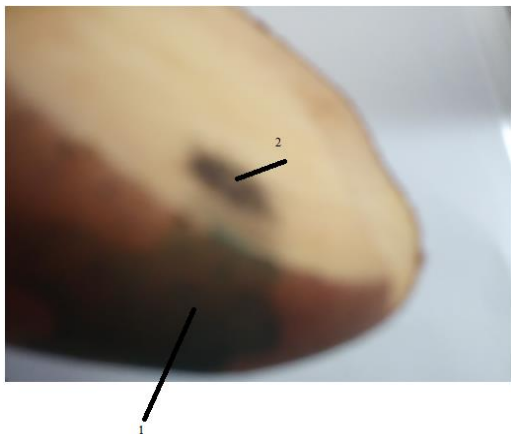


Рис. 1 – Зріз бульби: 1- відбиток фарби в місці падіння, 2-внутрішнє пошкодження

На основі отриманих експериментальних даних побудовано лінії тренда та отримано рівняння, які розкривають залежність між відсотковим вираженням пошкоженості бульб картоплі та висотою їхнього падіння за умови різного температурного режиму.

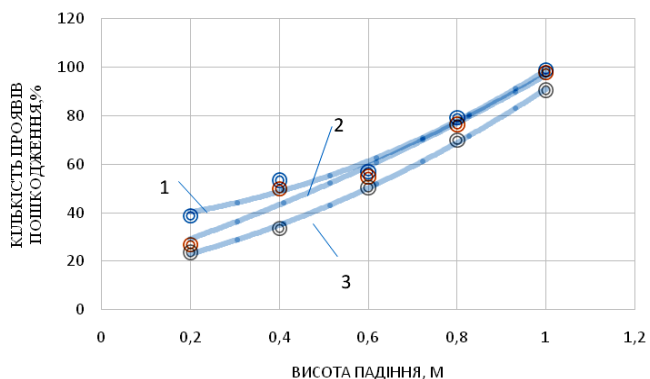


Рис.2 – Залежність кількості проявів пошкоджень від висоти падіння бульб для сорту картоплі Околиця за умови, що температура навколишнього середовища:
1 – 6° C; 2 – 15° C; 3 - 23° C

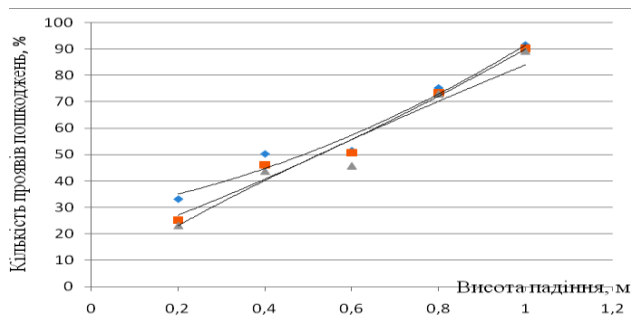


Рис.3 – Залежність кількості проявів пошкоджень від висоти падіння бульб для сорту картоплі Слов'янка за умови, що температура навколишнього середовища:
1 – 6° C; 2 – 15° C; 3 - 23° C

Бачимо (рис. 2, 3), що для сорту Слов'янка спостерігається менша кількість проявів внутрішнього пошкодження. Для сорту Наташа отримані практично такі ж самі показники. Аналіз характеристик досліджуваних сортів виявив значну різницю у вмісті крохмалю. Сорти Наташа та Слов'янка містять від 11 до 13,6% крохмалю, а сорт Околиця – 17%. Це дає підставу стверджувати, що висококрамалисті сорти внаслідок удару більше схильні до проявів внутрішніх пошкоджень у процесі зберігання ніж низькокрамалисті.

Отримані рівняння, які розкривають взаємозв'язок між висотою падіння бульб картоплі та кількістю проявів пошкоджень за умови різної температури навколишнього середовища:

Сорт Околиця:

– $t=6^{\circ}\text{C}$: $Y=51,429x^2+11,386x+35,96$, $R^2=0,9799$;

– $t=15^{\circ}\text{C}$: $Y=23,393x^2+56,279x+17,1$, $R^2=0,9766$;

– $t=23^{\circ}\text{C}$: $Y=43,036x^2+33,407x+14,69$, $R^2=0,9988$.

Сорт Слов'янка:

– $t=6^{\circ}\text{C}$: $Y=17,678x^2+57,436+14,88$, $R^2=0,9766$;

– $t=15^{\circ}\text{C}$: $Y=37,107x^2+26,081+28,352$, $R^2=0,9649$;

– $t=23^{\circ}\text{C}$: $Y=83,976x^{0,804}$, $R^2=0,95$,

де R^2 - коефіцієнт який оцінює достовірність апроксимації.

Висновки. Аналіз результатів експериментальних досліджень виявив наступне:

Процес розвитку внутрішньої пошкоженості бульб картоплі протікає більш інтенсивно при зниженні температури навколишнього середовища.

На прояв внутрішнього пошкодження бульб картоплі впливають: висота падіння бульб, температура навколишнього середовища в період збирання та характеристики сорту картоплі (вміст крохмалю).

Висота падіння бульб не повинна перевищувати 0,4 м, так як при зростанні висоти різко зростає інтенсивність проявів внутрішніх пошкоджень.

Література

1. Рослинництво України. Статистичний збірник. – К.: Державна служба статистики України, 2018 р. – 222 с.

2. Верещагин Н.И. Пути уменьшения повреждаемости картофеля при машинной уборке / Материалы Всесоюзного совещания «Основные направления совершенствования конструкции машин для возделывания и уборки картофеля». ОНТИ, ВИСХОМ, – М. 1974. – С. 120-126.

3. Мацепуро М.Е. Технологические основы механизации уборки картофеля / М.Е. Мацепуро. – Минск, 1959. – С. 297.

4. Табачук В.И. Исследование повреждаемости клубней картофеля при уборке / В.И. Табачук // Труды Ленинградского СХИ. Ч.2, 1953, Вып. 7. – С. 34-38.

5. Ерохин М.Н. Пути снижения повреждаемости картофеля при механизированной уборке / М.Н. Ерохин, Н.И. Верещагин // Достижения науки и передовой опыт в производство. ЦНТЭИПРМСХ РФ. 1992. Вып. 2. – 286 с.

6. Заводнов А.В, Заводнов С.В. Допустимые амплитудно-частотные характеристики колебаний транспортных средств при перевозке картофеля / А.В. Заводнов, С.В. Заводнов Совершенствование технологий и машин в АПК. Сб. науч. тр. МГАУ. – М., 2001.– С. 64-66.

7. Кузьмин А.В. Методы снижения повреждаемости клубней картофеля и совершенствования картофелеуборочных машин: Дис. д-ра техн. наук: 05.20.01 / А.В. Кузьмин. – М. 2005.

8. Костенко М.Ю. Анализ способов определения повреждений картофеля. / М.Ю. Костенко, А.Н. Шапошников // Сб. науч. тр. аспирантов, соискателей и сотрудников РГСХА. – Рязань, 2001. – С. 348-350.

9. Верещагин Н.И. Исследование и обоснование путей уменьшения механических повреждений клубней картофеля при поточной уборке. Дис. канд. техн. наук. М. 1972. -208с.

УДК 631.2

©О.О. Налобіна, д.т.н.

Національний університет водного господарства та природокористування

О.П. Герасимчук, к.т.н., О.Л. Ткачук, О.В., к.т.н., Шовкомуд, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ КОНОПЛІ

У статті викладено послідовність формування функціональної моделі процесу збирання коноплі за блочним принципом. Представлено моделюючий алгоритм імітаційної моделі процесу збирання

Постановка проблеми. Технічні коноплі – перспективна та унікальна культура, яка може стати провідною в Україні [1]. Розвиток галузі коноплярства потребує вирішення ряду науково-практичних завдань.

По-перше, розробка, виготовлення та запровадження спеціальної техніки для збирання даної культури.

По-друге, розробка ефективних технологій збирання та переробки даної культури.

З урахуванням вище зазначеного, можна стверджувати, що коноплярство потребує системного підходу та участі не лише аграріїв, а й наукових і машинобудівних установ. Лише за умови сумісної праці коноплярська галузь в Україні може отримати розвиток.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процес збирання конопель характеризується складністю та трудомісткістю та використанням цілого комплексу технологічних засобів, які повинні відповідати основній вимозі – можливість взаємодії зі стеблами, що мають у своєму складі волокнисті складові. Відома технологія збирання коноплі зернозбиральним комбайном має значний недолік – намотування волокон на вал приводу транспортеру похилої камери, що впливає на продуктивність процесу збирання. Недоліком збирання стеблової частини за технологією, розробленою в Дослідній станції ПС НААН України, є неможливість підбору сформованих роторними граблями валків прес-підбирачами існуючої конструкції через значну довжину стебел (більше 1 м), які поступають у камеру у вигляді нееластичної хаотичної маси [2].

Враховуючи вище сказане, актуальною науково-практичною проблемою є розробка ефективної технології збирання конопель і машин для її здійснення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню технологій збирання коноплі та розробці машин для їхнього здійснення присвячено роботи Гілязетдінова Р.Н., Лінника М.К., Макаєва В.І., Примакова О.А., Маринченка І.О., Коропченка С.П. та ін. [3-5]. Аналіз чинних досліджень виявив, що авторами значна увага приділяється питанням удосконалення технологій збирання. Встановлено, що запропоновані нові операції процесу збирання конопель базуються на зламуванні стебел розробленими технічними засобами у весняний період. Але розроблені технології потребують значного набору технічних засобів, що веде до підвищення енергетичних і трудових витрат і зростання собівартості готової продукції. Крім того, як зазначено вище, на полі формуються валки з хаотично розташованими стеблами, що ускладнює процес їхнього підбору та подальшої переробки.

Авторами була поставлена задача удосконалити спосіб збирання стебел конопель шляхом застосування пристрою, що забезпечить зламування стебел, утворення рівномірного валка з паралельним розміщенням стебел у ньому, спростить формування рулонів з валка прес-підбирачем та покращить якість отриманої сировини.

Мета дослідження. Встановити фактори, які впливають на ефективність процесу збирання коноплі та розробити імітаційну модель механізованого процесу збирання.

Результати дослідження. Процес збирання коноплі з формуванням рулонів із валків можна розглядати як функціонування складної системи, яка містить наступні підмножини:

- 1) внутрішні (власні) параметри системи;
- 2) вихідні характеристики системи;
- 3) впливи зовнішнього середовища;
- 4) вхідні впливи на систему, якими не можна управляти;
- 5) вхідні впливи на систему, що підлягають управлінню.

З урахуванням основ імітаційного моделювання модель процесу збирання коноплі з застосуванням запропонованого пристрою представимо у вигляді моделі «чорного ящика» [6] (рис.1).

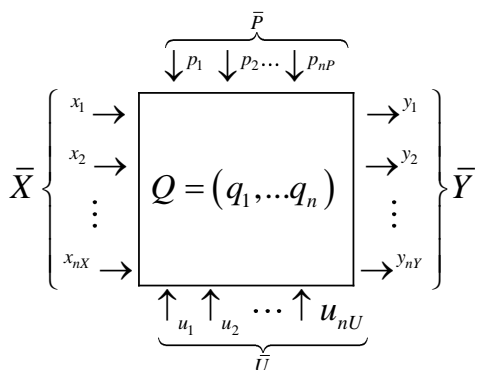


Рис. 1 – Імітаційна модель процесу збирання коноплі

У моделі вхідними або незалежними змінними є впливи: \bar{X} – якими не можливо керувати та \bar{U} – керовані впливи. Вихідний сигнал Y системи формується за умови поступлення вхідного сигналу \bar{X} , \bar{U} , впливів зовнішнього середовища \bar{P} на будь-яку підсистему, що характеризується внутрішніми параметрами \bar{Q} . У векторній формі вище перелічені параметри запишуться:

$$\bar{X}(t) = \{x_1(t), \dots, x_{nX}(t)\}$$

$$\bar{P}(t) = \{p_1(t), \dots, p_{nP}(t)\}$$

$$\bar{Q}(t) = \{q_1(t), \dots, q_n(t)\}$$

$$\bar{U}(t) = \{u_1(t), \dots, u_{nU}(t)\}.$$

Вихідні характеристики Y -змінні, у векторній формі можна записати:

$$\bar{Y}(t) = \{y_1(t), \dots, y_{nY}(t)\}$$

Виділимо вхідні некеровані впливи на систему в процесі збирання:

x_1 – врожайність;

x_2 – технологічні властивості;

x_2 – відстань перевезення спресованої соломи.

Вхідні керовані впливи на систему:

u_1 – строки проведення робіт;

u_2 – склад збиральної техніки;

u_3 – змінність робіт;

u_4 – варіант виконання збиральних робіт.

Впливи зовнішнього середовища:

p_1 – температура повітря;

p_2 – вологість повітря;

p_3 – кількість опадів;

p_4 – швидкість вітру.

Внутрішні параметри:

q_1 – вплив пальців устаткування на стебла;

q_2 – кінематичні параметри устаткування;

q_3 – швидкість руху трактора.

До вихідних характеристик віднесемо:

y_1 – енерговитрати;

y_2 – витрати палива;

y_3 – прибуток;

y_4 – продуктивність;

y_5 – втрати стеблової маси.

Функціонування системи \bar{Q} за певний проміжок часу опишемо з використанням оператор f . Оператор f перетворює вхідні некеровані \bar{X} та керовані \bar{U} впливи на систему, внутрішні параметри \bar{P} у вихідні параметри \bar{Y} :

$$\bar{Y}_v(t) = f(\bar{X}, \bar{U}, \bar{P}, t). \quad (1)$$

Якщо врахувати, що на систему має вплив зовнішнє середовище v , отримаємо рівняння наступного вигляду:

$$\bar{Y}_v(t) = f_v(\bar{Y}, v) = f_v(f(\bar{X}, \bar{U}, \bar{P}, t), v). \quad (2)$$

Даний вираз можна записати для будь-якого моменту часу. З цією метою достатньо мати характеристики властивостей \bar{P} системи. У загальному вигляді (за умови, що характеристики системи в початковий момент W_0) векторне рівняння початкового стану системи набуває вигляду:

$$\bar{W}(t) = f_w(\bar{W}_0, \bar{X}, \bar{U}, \bar{P}, t, v), \quad (3)$$

де t змінюється від t_0 до t ;

$\bar{W}(t)$ – вектор-функція поточного стану системи момент часу t ;

f_w – оператор, який перетворює входні характеристики в вектор-функцію поточного стану.

Для того, щоб отримати векторне рівняння, яке опише результати функціонування системи в будь який момент часу на означеному вище інтервалі часу (від t_0 до t_k) потрібно ввести оператор f_y . Даний оператор пов'яже характеристики поточного стану системи P з її вихідними характеристиками.

Маємо:

$$\bar{Y}(t) = f_y \left(f_w \left(\bar{W}_0, \bar{X}, \bar{U}, \bar{P}, t, v \right) \right). \quad (4)$$

Відомо, що під час вирішення задачі побудови моделі складної виробничої системи не рекомендується враховувати одночасно всі фактори впливу [8]. Модернізувати таку модель практично неможливо. Тобто внесення незначних змін не допустимо. Модель потрібно змінювати повністю, що потребує значних витрат часу.

Аналіз досліджень, присвячених моделюванню технологічних процесів у сільському господарстві, виявив що більшість авторів [7,8] рекомендують застосовувати блочний принцип моделювання. Блочний принцип побудови моделі передбачає поетапну побудову моделі для підсистем із подальшим їхнім синтезуванням у модель складного технологічного процесу.

Побудуємо структуру імітаційної моделі процесу збирання коноплі (рис. 2).

Як видно з рис. 2 імітаційна модель сформована з п'яти блоків:

- перший блок – формування умов функціонування процесу;
- другий блок – імітація технологічних операцій;
- третій блок – моделювання впливів навколишнього середовища;
- четвертий блок – синтез окремих технологічних операцій;
- п'ятий блок – обробка результатів.

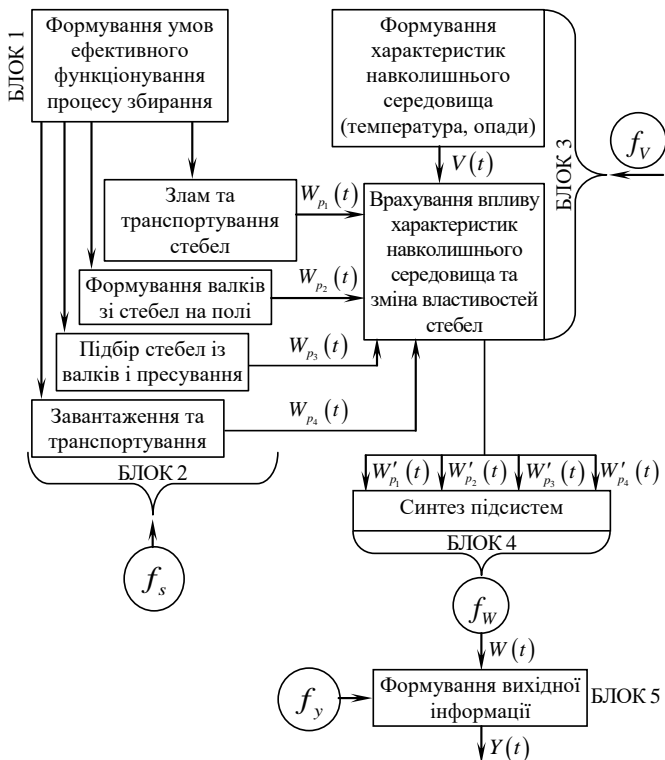


Рис. 2 – Блочна структура моделі процесу збирання коноплі

Базуючись на виконаному системному аналізі процесу збирання коноплі і його функціональній моделі було розроблено моделюючий алгоритм імітаційної моделі процесу, який розкриває структуру процесу (рис.3).



Рис. 3 – Блок-схема алгоритму процесу збирання

Висновки. Моделювання процесу збирання коноплі рекомендовано проводити за блочним принципом, що забезпечує універсальність процесу моделювання. Модель, побудована за блочним принципом дозволяє адаптувати її до змінних умов функціонування технологічної системи.

Імітаційна модель процесу збирання коноплі дозволяє за умови наявності вихідної інформації про властивості стеблостою, параметри устаткування, що використовується, отримати вихідні дані про продуктивність та втрати процесу. Отримані вихідні дані є підґрунтям для обґрунтування раціональної технології виконання збиральних робіт.

Література

1. Производство конопли [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://medium.com>.
2. Налобіна О.О. Концепція розвитку коноплярської галузі АПК України / О.О. Налобіна, Р.В. Ковальчук, Н.В. Васильчук // Техніка, енергетика, транспорт АПК – Вінниця, 2017. №1(96) – С. 37-41.
3. Р.Н. Альтернативне збирання стебел конопель після зернозбирального комбайна / Р.Н. Гелязетдінов, О.А. Примаков, С.П. Соколік // Вісник СНАУ – Суми, 2010. Вип. 1(21) – С. 49-52.
4. Лінник М.К. Нові способи збирання конопель / М.К. Лінник, В.І. Макаєв, О.А. Примаков, І.О. Маринченко // Вісник аграрної науки, 2010. №5 – С48-51.
5. Патент 109960 UA A01D43/10. Україна. Спосіб формування валка зі стебел конопель. Коропченко С.П., Авраменко Є.В., Маринченко І.О., Примаков О.А. № 201511818. Заявл. 30.11.2015. Опубл. 26.09.2016. Бюл. №18.
6. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем. Искусство и наука / Р. Шеннон. – М.: Мир, 1978. – 303с.
7. Орлянский А.В. Структурная схема имитационной модели уборочно-транспортного процесса / А.В. Орлянский, А.Н. Петенёв, И.А. Орлянская // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: Сб. науч. тр. 1-й Российской науч.-практ. конф. – Ставрополь 2001. – С. 136-137.
8. Орлянский А.В. Проектирование ресурсосберегающих кормоуборочных систем с использованием имитационного моделирования / А.В. Орлянский // Сб. науч. докл. ВИМ. – М., 2012,– Т1–С.779-786.

УДК 621.926

© А.Г. Поліщук, Т.Ю. Габрель, О.В. Макарчук, к.т.н.
Національний університет водного господарства та
природокористування

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОКОВОЇ ДРОБАРКИ ІЗ СЕКЦІЙНОЮ ЩОКОЮ ПРОСТОГО РУХУ

У статті представлені результати кінематичного і динамічного аналізу механізму щічної дробарки із простим рухом щоки та двосекційною щокою. Показано зв'язок між режимними параметрами дробарки та її техніко-експлуатаційними показниками. Описано такі параметри як кут захоплення дробарки, частота обертання.

ПОДРІБНЕННЯ, ДРОБАРКА, ДВОСЕКЦІЙНА, ЩОКА, ПРОСТИЙ РУХ

Постановка проблеми. Щоківі дробарки широко застосовуються в багатьох галузях промисловості для подрібнення матеріалів різної міцності. Вони, як правило, стоять в першому ряду технологічних ланцюжків по переробці сировини. Щорічно дробленню піддається понад 3 млрд. т мінеральної сировини та інших матеріалів. Слід зазначити, що операції подрібнення характеризуються значними капітальними і експлуатаційними витратами, а також високою енергоємністю і великим витратою легованих сталей.

Практично всі застосовувані в даний час технології переробки передбачають послідовне скорочення крупності в 4-6 стадій – в залежності від типу гірської породи, її фізико-механічних властивостей і вимог до кінцевого продукту подрібнення. У кожній стадії застосовується одна дробарка, а в загальній технологічній схемі багатостадійного процесу – відповідну кількість дробарок, конвеєрів, перевантажувачів, грохотів і інших пристроїв. Саме широке застосування мають щоківі дробарки, які використовуються на стадіях великого і середнього подрібнення.

З урахуванням вище зазначеного, розробка нових схем щоківих дробильних машин, оснащених двома робочими органами є актуальною темою, вирішення якої, в кінцевому підсумку, забезпечить збільшення ступеня подрібнення матеріалу за одну операцію при збереженні заданої продуктивності.

Мета дослідження. Аналіз конструкцій щоккових дробарок та розробка конструкції для підвищення ступеню подрібнення.

Результати дослідження. Як відомо, режим роботи щічної дробарки характеризується багатьма параметрами, найбільш значущими з яких є: кут захоплення α , град; частота обертання ексцентрикового валу n , об/хв. Ці параметри і досліджували для запропонованої конструкції дробарки (рис. 1).

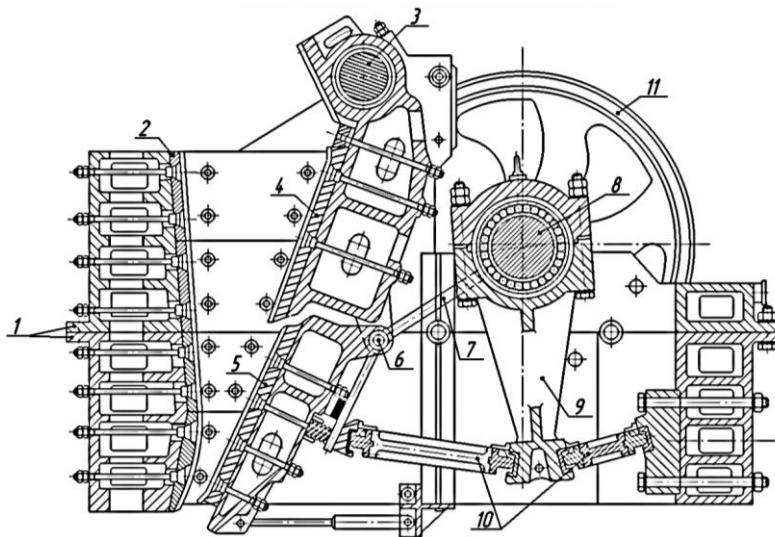


Рис. 1 – Конструкція двосекційної щоквої дробарки

До основних технічних показників роботи щічної дробарки відносяться:

- ступінь подрібнення [1, 2, 3]:

$$i = B/b,$$

для запропонованої конструкції, де завантажувальна щілина другої камери подрібнення рівна вихідній щілині першої камери $B_2 = b_1$:

$$i = \frac{B_1}{b_1} \cdot \frac{B_2}{b_2} = \frac{B_1}{b_2},$$

- продуктивність (т/год) [2]:

$$Q = \frac{\mu S_{cp} L b n (B - b)}{2 D_{cp3} \operatorname{tg} \alpha}.$$

Продуктивність двосекційної дробильної машини визначається продуктивністю нижньої секції. Оптимальною можна назвати ситуацію, коли продуктивність секцій буде однаковою $Q_1 = Q_2$, з використання вище зазначеної формули ми отримаємо:

$$\frac{\mu S_{cp1} L b_1 n (B_1 - b_1)}{2D_{cp3,1} \operatorname{tg} \alpha_1} = \frac{\mu S_{cp2} L b_2 n (b_1 - b_2)}{2D_{cp3,2} \operatorname{tg} \alpha_2},$$

де μ – коефіцієнт розпушення матеріалу в камері подрібнення; S_{cp} – середній хід стиснення рухомої шочи, м; L – довжина камери подрібнення, м; n – частота обертання ексцентрикового валу, об/с; D_{cp3} – середньозважений розмір шматка матеріалу, м; B – ширина завантажувального отвору, м; b – ширина вихідної щілини, мм.

- споживана двигуном потужність (кВт):

$$N = \frac{\sigma_{cu}^2 \pi L n (D^2 - d^2)}{12 E \eta}.$$

Потужність приводу повинна забезпечувати роботу двох секцій, та на основі того що розмір вихідного матеріалу для другої камери подрібнення не може перевищувати готовий продукт від першої то формула набуде вигляду:

$$N = \frac{\sigma_{cu}^2 \pi L n (D_1^2 - d_1^2)}{12 E \eta} + \frac{\sigma_{cu}^2 \pi L n (d_1^2 - d_2^2)}{12 E \eta}.$$

- Після перетворень вона набере вигляду:

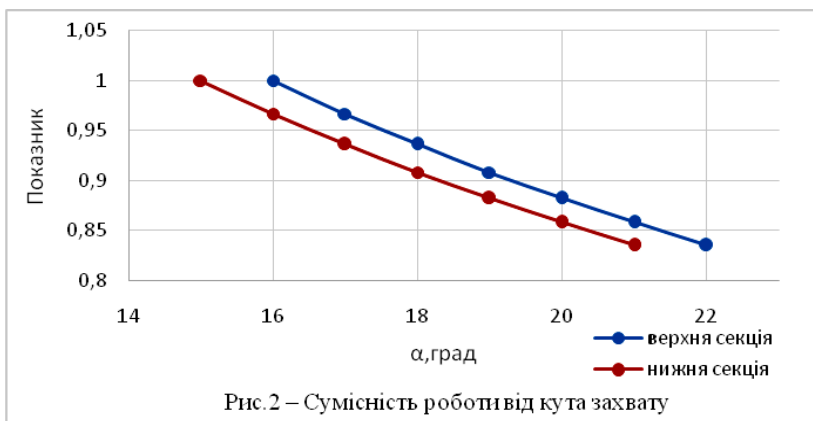
$$N = \frac{\sigma_{cu}^2 \pi L n (D_1^2 - d_2^2)}{12 E \eta},$$

де σ_{cu} – границя міцності матеріалу, що подрібнюється; D , d – максимальна крупність шматків продукту подрібнення до та після подрібнення, м; E – модуль пружності другого роду; η – механічний ккд дробарки.

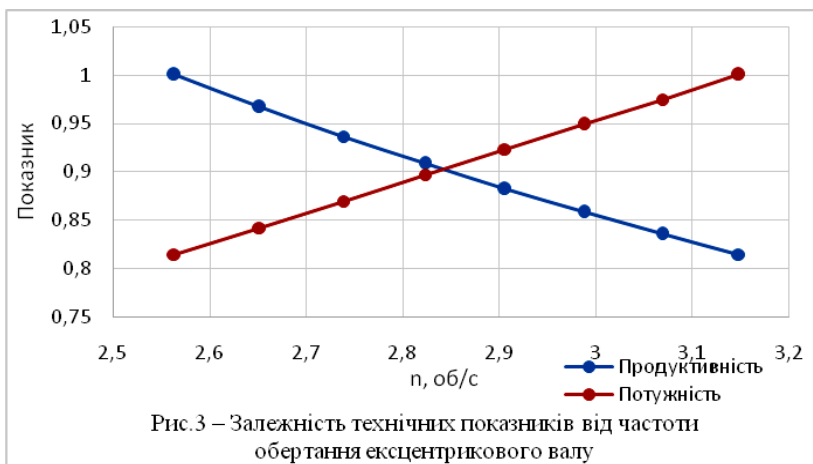
- питома енергоємність дроблення (кВт·год/т):

$$q = N / Q_{1-2}.$$

Кут захоплення визначає умови затиснення і подрібнення шматка матеріалу в робочій камері. Для підвищення ступеня подрібнення та щоб забезпечити сумісну роботу камер подрібнення кут захвату матеріалу повинен мати різні значення (рис.2). У теорії проектування шоккових дробарок значення кутів захоплення, рівні 15-25 градусів [3], визнані оптимальними з точки зору захоплення і утримання роздрібнюванню шматка.



Частота обертання ексцентрикового валу визначає інтенсивність подрібнення матеріалу в робочій камері. Вона значно впливає на продуктивність і споживану потужність (рис. 3). Це пояснюється тим, що інші показники роботи дробарки більшою мірою визначаються геометрією механізму дробарки. Зі збільшенням частоти обертання відбувається зменшення продуктивності та збільшення споживаної потужності.



Висновки. На підставі даного дослідження встановлено найбільш оптимальні параметри шокової дробарки з секційною рухомою шокою.

Отримані функціональні зв'язки між режимними параметрами і технічними показниками можуть бути використані при проектуванні, аналізі та модернізації дробарки.

Література

1. Клушанцев Б.В. Дробилки: Конструкция. Расчет. Особенности эксплуатации / Б.В. Клушанцев, Ю.А. Косарев, Ю.А. Музеймек. – М.: Машиностроение, 1990. 319 с.
2. Расчет щековых дробилок: Методические указания / Сост. Ю.А. Федотенко, П.В. Коротких. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2012. – 20 с.
3. Конспект лекцій до розділу «Механічні процеси» з курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв» для студентів III-IV курсів механічних спеціальностей / Укл. С.О. Опарін. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2012. – 112 с.

УДК 621.869

© В.С. Пуць, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

О.В. Маркова, к.т.н.

Національний університет водного господарства та природокористування

В.О. Хвесик

Любешівський технічний коледж Луцького НТУ

АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ УНІВЕРСАЛЬНИХ МАЛОГАБАРИТНИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ

У даній статті проаналізовано взаємозв'язок конструктивних і експлуатаційних параметрів універсальних малогабаритних навантажувачів. Отримано математичні моделі, які розкривають взаємозв'язок одного з головних параметрів, за яким оцінюють експлуатаційні властивості машин, – експлуатаційної маси та конструктивними, експлуатаційними та кінематичними параметрами навантажувачів

Постановка проблеми. Універсальні малогабаритні навантажувачі (УМН) знайшли широкого застосування, зокрема в агропромисловому комплексі, через значну кількість змінних робочих органів, економічність, високу мобільність, маневреність і

простоту керування. Навантажувачі найбільше застосовують для виконання малих об'ємів робіт на розосереджених об'єктах. У світі виготовляється понад 100 тисяч машин в рік.

Особливостями УМН, які зменшують їх ефективність, є: короткобазове шасі, обмежена вантажопідйомність, висока динамічна завантаженість, значні витрати енергії і ресурсів на забезпечення бортового повороту.

Конструкції УМН постійно удосконалюються. Але залишається проблема визначення раціонального варіанту поєднання техніко-експлуатаційних показників і конструктивних параметрів, які б забезпечили високу ефективність нових УМН. У зв'язку з цим обґрунтування критеріїв оцінювання ефективності для УМН, які можна використовувати для розрахунків на стадії проектування, є актуальною науково-практичною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням підвищення ефективності навантажувачів, у тому числі УМН присвячено роботи Л.В. Назарова, С.В. Шатова, С.В. Абрамова, В.І. Чернеги, О.В. Єфіменко, А.Ф. Базанова, Л.В. Разарьонова, Ю.В. Рукавішнікова, В.В. Мініна, В.В. Корнієнко, І.П. Трояновської, В.С. Гришко, Г.С. Щербакова, М.С. Коритова, А. Barker, та багатьох інших вітчизняних і закордонних вчених [1-13].

Л.В. Назаров [1] у своїй роботі виклав методику розрахунку повороту малогабаритного ковшового навантажувача ПМТ-1200 з бортовою системою повороту. Автором викладено результати теоретико-експериментальних досліджень, які дозволили автору встановити, що малогабаритні навантажувачі з бортовою системою повороту за певних умов здатні до самозбудження інтенсивних коливань, які ведуть до перекидання машини. З метою пошуку умов самозбудження коливань навантажувача, автор розглядав його у вигляді двохмасової моделі з шістьма ступенями вільності. С.В. Шатов і Л.А. Хмара [2] розробили методику визначення кількості навантажувачів на роботах, пов'язаних з усуненням наслідків стихійного лиха та технологію ведення робіт. Розроблена авторами методика дозволяє визначити кількість навантажувачів залежно від об'єму завалів та габаритів уламків споруд в умовах забезпечення фактору часу.

С.В. Абрамов [3] розглянув закономірності взаємодії навантажувачів зі штабелем сипкого матеріалу. Автором наведено емпіричні залежності зміни сил опору переміщенню, які враховують ряд факторів: геометричні, кінематичні та динамічні параметри робочого органу, ущільнення ядра, тощо.

О.В. Єфіменко [4] виконав аналіз робочих процесів навантажувачів з використанням комп'ютерного моделювання. Програмний комплекс «Autodesk Inventor» дозволив провести експерименти руху колеса по опорній поверхні з перешкодою з однаковими масовими характеристиками, матеріалом та висотою і формою перешкоди.

Корнієнко В.В. [9] проаналізував процеси функціонування гусеничних повноповоротних лісових навантажувачів та розробив математичні моделі динамічних систем, еквівалентних їм. Встановлено що зі збільшенням швидкості ходу динамічні навантаження інтенсивно зростають.

За умови зростання швидкості руху від 0,7 м/с до 0,8 м/с коефіцієнти динамічності навантажень на робоче обладнання маніпулятора у поздовжньо-вертикальній площині зростають з 3,81 до 5,59; на корпус і ходову частину – з 2,95 до 3,55.

Закономірності зміни характеристик криволінійного руху колісного фронтального навантажувача з урахуванням особливостей силової та кінематичної взаємодії коліс із ґрунтом встановлено в [13].

Обґрунтування критеріїв статичної та динамічної стійкості фронтальних навантажувачів викладено Г.С. Щербаковим і М.С. Коритовим у монографії [12]. Авторами розроблено математичні моделі, методики дослідження статичної та динамічної стійкості. У роботі наведено результати досліджень конструктивних і технологічних параметрів фронтальних навантажувачів на статичну та динамічну стійкість. Авторами запропоновано використовувати у якості критерію оцінювання статичної стійкості величину критичного кута повороту навколо осі перекидання. Для оцінювання динамічної стійкості розроблено безрозмірний критерій.

Аналіз чинних досліджень виявив, що в даний час ще не склалися універсальні підходи до проблеми оптимізації кількості параметрів, і самі параметри, що приймаються до оптимізації, вибираються проектувальником виключно на основі досвіду попередніх технічних рішень інтуїтивно.

З урахуванням вище зазначеного сформулюємо задачу нашого дослідження.

Мета дослідження. Базуючись на засадах системного аналізу виявити взаємозв'язок конструкційних та експлуатаційних параметрів УМН.

Результати дослідження. Практика проектування доводить необхідність встановлення раціональних значень конструкційних

параметрів машин. Як показує аналіз досліджень [14, 15, 16], серед параметрів, якими оцінюють експлуатаційні властивості машин є експлуатаційна маса.

Враховавши це, проаналізуємо вплив конструкційних параметрів УМН на експлуатаційну масу машини. Експлуатаційна маса УМП краще за інші параметри визначає її типорозмір і потенційні можливості роботи в даних технологічних умовах, які характеризуються як малі і розосереджені об'єкти, обмежені по висоті та вузькі проходи, приміщення з обмеженням за навантаженням на опорну поверхню. Маса машини може служити критерієм оцінювання, який визначає ступінь її технічної досконалості.

З метою виконання досліджень з виявлення виду залежностей експлуатаційної маси з іншими енергетичними та конструктивними параметрами УМН ми розглянули характеристики УМН відомих фірм: XCMG, Bobcat, John Deere, Toyota, Thomas Equip. Ltd., H. S. International, DetvaLanz IBN, Борекс.

Для оцінювання ступеня зв'язку між обраними параметрами та експлуатаційної маси використовували коефіцієнт кореляції. Отримано рівняння, які розкривають залежності конструкційних параметрів і експлуатаційної маси. На рис. 1–4 подано деякі отримані залежності.

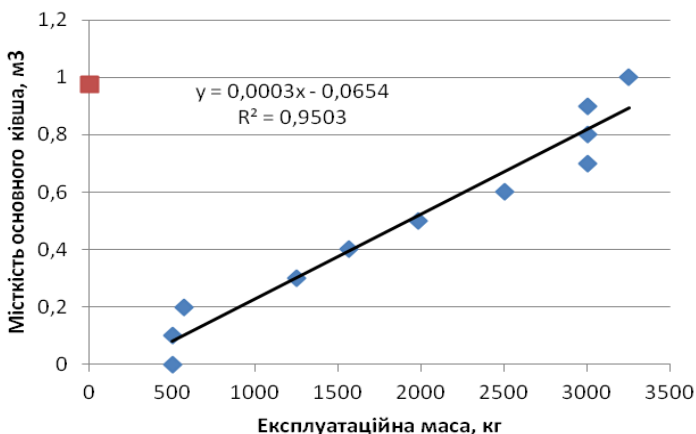


Рис. 1 – Залежність експлуатаційної маси та місткості основного ковша

Коефіцієнт кореляції $k=0,9876$.

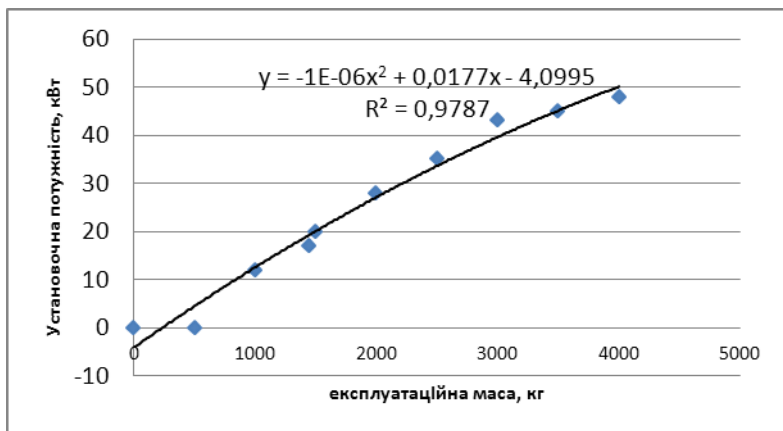


Рис. 2 – Залежність експлуатаційної маси та установочної потужності
Коефіцієнт кореляції $k=0,985408$

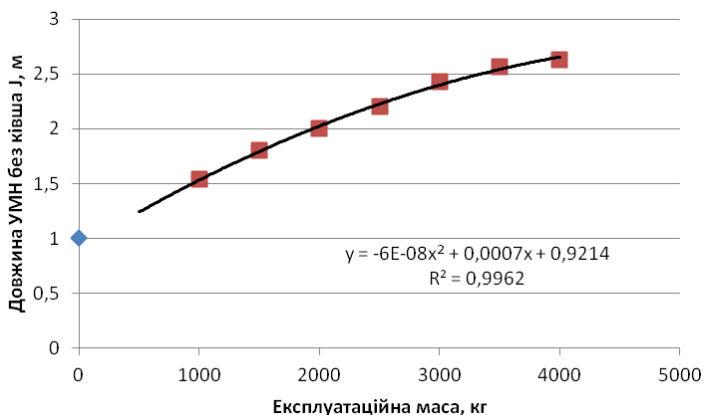


Рис. 3 – Залежність експлуатаційної маси та довжини УМН без ковша
Коефіцієнт кореляції $k=0,975308$

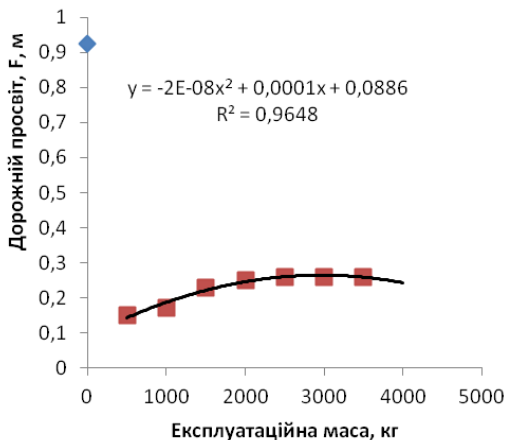


Рис. 4 – Залежність експлуатаційної маси та дорожнього просвіту, F, м

Коефіцієнт кореляції $k=0,923707$

Крім того, проаналізовано залежності експлуатаційної маси та тиску у гідроциліндрі робочого обладнання; подачі насоса гідроприводу; максимального габариту по ширині; максимального габариту по довжині; максимальної швидкості пересування; відстані між осями коліс; та радіусу повороту машини.

На рис. 5 наведено гістограму коефіцієнтів кореляції.

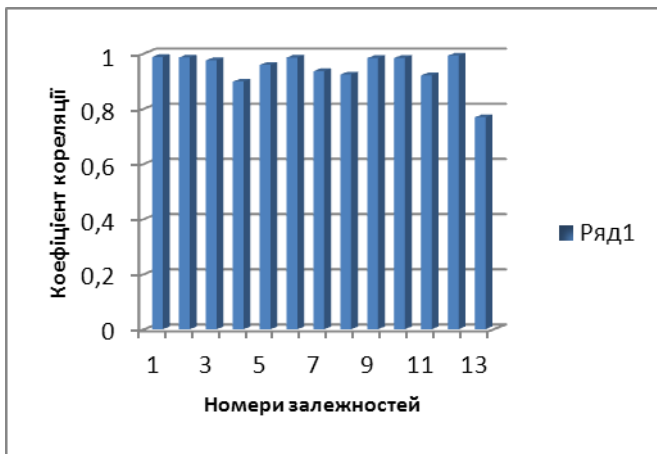


Рис. 5 – Гістограма коефіцієнтів кореляції

Гістограма коефіцієнтів кореляції оцінює зв'язок між експлуатаційною масою та:

- 1 – місткістю ковша,
- 2 – установочною потужністю,
- 3 – довжиною УМН без ковша,
- 4 – висотою розвантаження ковша,
- 5 – довжиною колії,
- 6 – радіуса повороту за максимальними габаритами,
- 7 – відстанню між осями коліс,
- 8 – дорожнім просвітом,
- 9 – максимальною швидкістю пересування,
- 10 – максимальним габаритом по довжині,
- 11 – максимальним габаритом по ширині,
- 12 – подачею насоса гідроприводу,
- 13 – тиску у гідроциліндрі робочого обладнання.

З аналізу рис. 5 бачимо, що найбільший кореляційний зв'язок існує між експлуатаційною масою та подачею насоса гідроприводу, найменшим тиском у гідроциліндрі робочого обладнання.

Висновки. З використанням пакету прикладної програми Microsoft Excel отримані математичні моделі, які розкривають взаємозв'язок експлуатаційної маси УМН та таких параметрів: довжини коліс, радіусу повороту, дорожнього просвіту, відстані між осями коліс, максимальної швидкості пересування, максимального габариту по довжині, максимального габариту по ширині, подачі насоса гідроприводу, маси та тиску у гідроциліндрі робочого обладнання. Кореляційний аналіз виявив тісний прямий зв'язок між цими величинами. Найбільший кореляційний зв'язок існує між експлуатаційною масою та подачею насоса гідроприводу, найменший – тиском у гідроциліндрі робочого обладнання.

Встановлено, що показник експлуатаційної маси УМН слід розглядати як один з основних у ході проектування нових машин через значний зв'язок його з іншими параметрами.

Література

1. Назаров Л.В. Особенности поворота малогабаритного погрузчика типа ПМТС 1200 / Л.В. Назаров, В.П. Истомин, Л.В. Рязанов // Вестник ХНАДУ. –2004. – №25. – С. 54–58 с.
2. Шатов С.В. Технология ведения работ при ликвидации последствий стихийных бедствий с использованием погрузчиков / С.В. Шатов, Л.А. Хмара // Вестник ХНАДУ, Харьков – 2007. – С.77–81.

3. Абрамов С. В. Фронтальные погрузчики: Учеб. пособие. – Караганда: Карагандинский политехнический институт, 1990. – 154с.
4. Чернега В. И., Мазуренко И. Я. Краткий справочник по грузоподъемным машинам. – Киев: Техника, 1988. – 303с.
5. Єфіменко О.В. Аналіз навантаженості гідроприводу малогабаритного навантажувача за допомогою SIMULIK-моделей / О.В. Єфіменко, О.В. Ярижко // Вестник ХНАДУ, Харьков – 2012. Вип.57. – С.117-120.
6. Базанов А. Ф., Забегалов Г. В. Самоходные погрузчики. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1979. – 406с.
7. Разарьонов Л.В. Динамическое нагружение тягового привода при развороте малогабаритного погрузчика с бортовой системой поворота/ Л.В.Разарьонов, Ю.В. Рукавишников // Вестник ХНАДУ, Харьков – 2012. Вып. 57. – С.129-134.
8. Минин В.В., Гришко Г.С., Байкалов В.А. Универсальный мало-габаритный погрузчик с бортовым поворотом // Инновационное развитие регионов Сибири: Матер. Межрегион. Научно-практ. конф. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – Ч. 2. – С. 322-325.
9. Корниенко В.В. Переходные процессы в элементах конструкции поворотного лесопогрузчика с комбинированным манипулятором: дис. ... канд. техн. наук. – Красноярск, 2002. – 163 с.
10. Трояновская И.П. Повышение эффективности малогабаритного погрузчика путем улучшения его поворотливости: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.20.01, 05.05.03 / И. П. Трояновская; Челябинский гос. агроинж. ун-т. Челябинск, 2002.– 19 с.
11. Гришко, Г.С. Повышение эффективности универсального малогабаритного погрузчика с рабочим оборудованием безнапорного типа: дис. канд. техн. наук : 05.05.04 / Гришко Григорий Сергеевич ; Том. гос. архит.-строит, ун-т. Томск, 2004. – 185 с.
12. Щербаков В.С. Статическая и динамическая устойчивость фронтальных погрузчиков Монография / В.С. Щербаков, М.С. Корытов. Омск: Изд- во СибАДИ, 1998. – 100с.
13. Barker A. Skid steer loaders: the site all-rounders / A. Barker, I. Marshall, G. Hadwick // Contract Journal. 1982. 25 march. – P. 17-32.
14. Leguay-Durand S. Optimal design of a redundant spherical parallel manipulator/ S. Leguay-Durand, C. Reboulet // Robotica. 1997. - V. 15. – P. 399-405.

15. Luck K. Getriebetechnische Grundaufgaben bei der Auslegung von Baumaschinen / K. Luck, K.H. Modler // Maschinenbautechnik 30. 1981. – № 10. – Р. 436-438.

16. Полянин В.А. Малогабаритные машины «Bobcat» с комбинированной системой поворота / В.А. Полянин // Строительные и дор. машины. – № 5. – С.23-26.

УДК 631:358

© Е.Л. Селезньов, к.т.н, О.Д. Клименко, к.т.н,
Ю.В. Муравинець, к.т.н, Д.Е. Селезньов, к.т.н.
Луцький національний технічний університет.

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОПОРУ СТЕБЕЛ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ВІДГИНУ

У статті висвітлено результати експериментальних досліджень впливу вологості стебел, на величину кута їхнього відхилення від початкового положення, та згинального моменту, під дією гребенів барабана. Наведені висновки по результатам обробки дослідних даних, представлена графічна інтерпретація.

ЛЬОН-ДОВГУНЕЦЬ, КУТ ВІДГИНУ, ЗГИНАЛЬНИЙ МОМЕНТ, ВОЛОГІСТЬ, СИЛА, ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА

Постановка проблеми. Доцільність розвитку лляного комплексу в Україні обумовлена наявністю сприятливих погодних умов і трудових ресурсів для вирощування та первинної обробки льону. В даний час стан лляної галузі дуже складний. Однією з причин руйнування галузі є низька якість одержуваної сировини: лляної соломи, трести і, як наслідок волокна, що призвело до його низької конкурентоспроможності на ринку лляної продукції. Рішення даного науково-практичного завдання, а саме, підвищення якості лляної соломи і трести базуються на глибокому аналізі показників, які формуються на послідовних етапах їх отримання, виявлення їх взаємних зв'язків і взаємовпливу. А це в свою чергу передбачає проведення досліджень, у тому числі і експериментальних, в різних напрямках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню фізико-механічних досліджень льону-довгунця присвячені роботи І.В. Крагельського, А.С. Маята, М.М. Шрейдера, Г.А. Хайліса, М.М. Ковальова та інших.

Зокрема в роботах Г.А. Хайліса досліджено опір стебел зламу [1] та аналізуються закономірності, які мають місце при крученні стебел льону [1].

Ю.Г. Морозов [2] вивчав опір стебел льону зламу. Автором експериментально визначено величину сили зламу для поодиноких стебел при статичному навантаженні. Згин поодиноких стебел льону, затиснених між виступами затискного транспортера льонозбирального комбайна, досліджено в роботі [3] М.М. Биковим.

Проведений аналіз відомих досліджень виявив, що не розкритими є ще ряд питань, зокрема експериментально не досліджено закономірності впливу вологості стебел на величину кута їхнього відхилення від початкового положення, та згинального моменту, під дією гребенів барабана.

Враховуючи важливість окремих напрямків досліджень для вирішення задачі підвищення ефективності процесу обчісування, який безпосередньо впливає на вихід і якість лляного волокна, було сформувано мету наших досліджень.

Мета дослідження. Дослідження окремих фізико-механічних властивостей стебел льону-довгунця з метою подальшого обґрунтування параметрів плющильно-обчісувального апарата.

Результати дослідження. Під час здійснення процесу обчісування зубці гребінок обчісувального барабана впливають на стебла, що приводить до їхнього згину та, навіть, зламу. З метою дослідження умов виникнення зламу стебел була проведена низка дослідів за методикою, викладеною [4] Дослідження проводили зі стеблом різної вологості.

Органолептично виявлено, що під час прикладання навантаження кут відгину стебла від горизонталі різний для різних ділянок стебла. Кут відгину заміряли кутоміром, який встановлювали біля місця закріплення стебла, а кут відгину β аналізували залежно від моменту згину M^z (рис. 1 та рис. 2), який визначали $M^z = F \cdot h$, де h – плече сили.

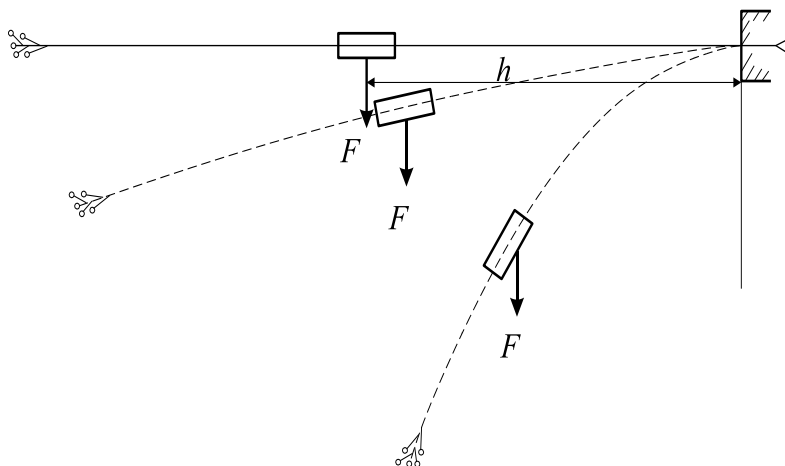


Рис. 1 – Схема відгину стебла під дією сили F

Результати експериментальних досліджень (середні значення серії дослідів) подано у таблиці.

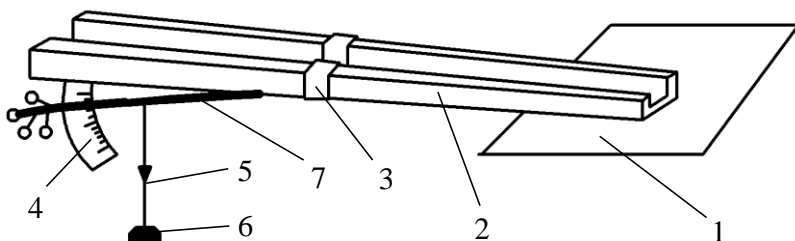


Рис. 2 – Схема установки для дослідження відгину стебла
 1 – опорна поверхня, 2 – швелер, 3 – затискна рухома кліпса, 4 – транспортер, 5 – нитка, 6 – вантаж, 7 – стебло

Таблиця - Результати дослідження опору стебел відгину

Діаметр стебел, мм	Вологість стебел, %	Згинальний момент, $H \cdot м$	Кут відгину, град.
0,64-0,82	63,02	0,006-0,008	17-20
	57,06	0,009-0,010	22-28
	33,7	0,012-0,018	33-39
1,0-1,43	63,02	0,021-0,027	27-33
	57,6	0,012-0,016	23-30
	33,7	0,047-0,058	30-34
1,52-1,60	63,02	0,034-0,037	20-28
	57,6	0,020-0,022	34-38
	33,7	0,103-0,113	39-43

З даних таблиці бачимо, що зростання моменту відбувається за умови збільшення діаметру, а також зменшення вологості. Графічна інтерпретація досліджених залежностей представлена на рис. 3.

Як видно з рис. 3, на поданих графічних залежностях є прямолінійні ділянки (виділені). Вони відповідають прямопропорційній залежності моменту від кута β . Прямопропорційна залежність характеризується наступним: при зростанні навантаження деформація стебла також зростає, але якщо припинити збільшувати навантаження, або зняти його, деформація прямує до 0. Точки а, б, в, г, д, е відповідають зламу стебел. Після проходження цих точок, момент має тенденцію до різкого зменшення, а кут β прагне до 90° . Максимальний згинальний момент є важливою характеристикою процесу обчислення та дозволяє виявити умови настання зламу стебел.

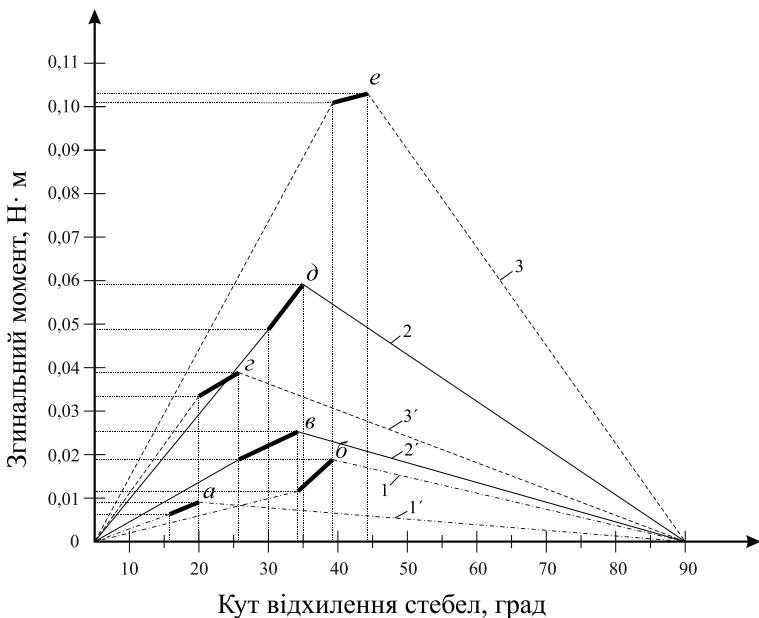


Рис. 3 – Залежність згинального моменту від кута відхилення стебел за умов, що діаметр \varnothing стебел і їх вологість W , становлять:

1 – \varnothing 0,64 - 0,82 мм, $W = 33,7\%$; 1' – \varnothing 0,64 - 0,82 мм,
 $W = 63,02\%$;

2 – \varnothing 1,0 - 1,43 мм, $W = 33,7\%$; 2' – \varnothing 1,0 - 1,43 мм,
 $W = 63,02\%$;

3 – \varnothing 1,52 - 1,60 мм, $W = 33,7\%$; 3' – \varnothing 1,52 - 1,60 мм,
 $W = 63,02\%$

Базуючись на експериментальних даних, отримано математичні залежності (рис. 4) кута відхилення від вологості стебел, які підлягають впливу обчисувального барабана та згинального моменту від вологості (рис. 5).

Отримані експериментальні результати покладено в основу математичних залежностей, які описують закономірності впливу вологості стебел, на величину кута їхнього відхилення β від початкового положення, та згинального моменту, під дією гребенів барабана. Коефіцієнт рандомізації R наближається при цьому до одиниці, що доводить коректність отриманих математичних залежностей.

Вологість	Кут відхилення
33,7	38
40	35
40	34,6
43	33
45	33,8
46,4	32,8
49	30,2
51,3	28,2
53,6	25
55	27,2
56,8	26,4
57,2	23,4
61,5	21
62	17,8
63,6	19
63,8	19,7
64	20

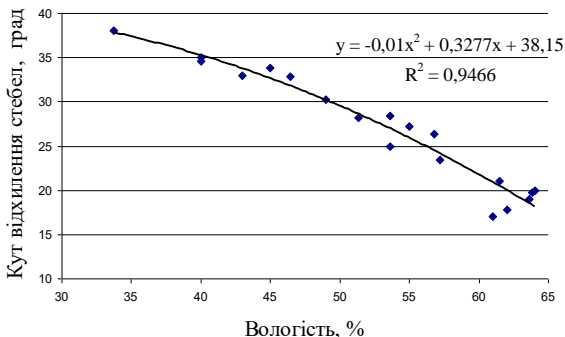


Рис. 4 – Залежність кута відхилення стебла від вологості

Вологість	Згинальний момент
33,7	0,018
33,9	0,0171
34,6	0,0153
35,7	0,0143
40	0,0138
40,7	0,013
46,8	0,012
52	0,0094
56,4	0,011
57,5	0,009
58	0,0084
60	0,008
62	0,0072
63,2	0,0049

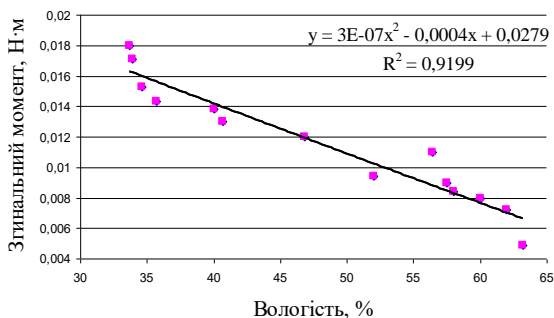


Рис. 5 – Залежність згинального моменту від вологості

Висновки. В результаті проведеного аналізу ми можемо сказати, що згинальний момент, який виникає у ході впливу на стебла зубів обчисувального барабана, зростає за умови збільшення діаметру стебел і зменшення їхньої вологості.

Література

1. Хайлис Г.А. Механика растительных материалов. – Киев, 1994. 332 с.
2. Морозов Ю.Г. Изучение влияния механических повреждений стеблей льна на выход и качество волокна / Ю.Г. Морозов // Тр. Латв. СХА. – Елгава. 1976. Вып. 105. С. 51-54.
3. Быков. Н.Н. Физико-механические свойства стеблей льна-долгунца при растяжении // Труды ВНИИЛ, Торжок, 1974, Выпуск 12. – С.65 – 72.
4. Селезньов Д.Е. Удосконалення технології первинної обробки лляної соломи шляхом оптимізації процесу обчисування стебел: дис.... канд. техн. наук: 05.18.02 / Селезньов Дмитро Едуардович. – Херсон, 2014. – 136 с.

УДК 674.023.047.048

© З.С. Сірко, к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Д.П. Торчиловський

Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

Н.О. Толстушко, к.т.н., А.В. Силивонюк, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

АНАЛІЗ СТАНДАРТІВ ЩОДО МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ

У статті наведено детальний порівняльний аналіз положень чинних в Україні ДСТУ 4922:2008 та скасованих ГОСТ 16588-91 і ГОСТ 17231-78. Дано формулу для визначення середньої вологості лісоматеріалів.

**ЛІСОМАТЕРІАЛ, СТАНДАРТ, ВОЛОГОМІР, СУШІННЯ,
ВОЛОГІСТЬ, ДЕРЕВИНА**

Постановка проблеми. В Україні з 1 липня 2009 року надано чинності стандарту ДСТУ 4922:2008 «Лісоматеріали та пилопродукція. Методи визначення вологості» [1], який уведено вперше зі скасуванням ГОСТ 16588-91 (ISO 4470-91) «Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности» [2] та ГОСТ 17231-78 «Лесоматериалы круглые и колотые. Методы определения влажности» [3]. Стандарт ДСТУ 4922:2008 поширюється на лісоматеріали круглі та пилопродукцію хвойних і листяних порід (пиломатеріали, заготовки та дерев'яні деталі з них), надалі – деревинні матеріали, та встановлює методи визначення вологості деревини з використанням кондуктометричних і ємнісних електровологомірів та арбітражним (контрольним) сушильно-ваговим (термогравіметричним) методом під час сушіння деревини, контролювання технологічних параметрів, приймально-здавальних випробувань та визначення об'ємів колод ваговим способом. Стандарт не встановлює метод визначення перед просочувальної вологості пилопродукції і не поширюється на вимірювання вологості мерзлої, мореної деревини та деревини, що піддавалася глибокому просоченню та призначеної для виготовлення авіаційних деталей і заготовок. Надзвичайно важливим є те питання, щоб розроблений стандарт увібрив у себе всі позитивні якості скасованих стандартів та був адаптований до виробників продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що є багато публікацій присвячених методам визначення вологості лісоматеріалів [1-4], але окремі питання так і залишились поза увагою дослідників.

Мета дослідження – провести порівняльний аналіз чинного в Україні ДСТУ 4922:2008 із скасованими ГОСТ 16588-91 і ГОСТ 17231-78 та адаптація його у виробництва продукції із деревини.

Результати дослідження. Згідно ДСТУ 4922:2008 метод визначення вологості за допомогою кондуктометричних вологомірів для лісоматеріалів круглих та пилопродукції і ємнісних вологомірів застосовують у діапазоні вологості від 6% до 90%. Тут, на нашу думку, краще було б розмежити діапазони вимірювання вологомірів, а саме:

– для кондуктометричних вологомірів – діапазон вимірювання від 5...6% до 30...35%, оскільки за вологості більшої 35% точність вимірювання для кондуктометричних вологомірів не нормується;

– для ємнісних вологомірів – діапазон вимірювання від 5...6% до 90%, оскільки ємнісні вологоміри мають більш широкий діапазон вимірювання.

Метод визначення вологості пилопродукції стаціонарним кондуктометричним електровологоміром застосовують під час сушіння пилопродукції у штабелях, розміщених у сушильних камерах. Кількість вологомірів, розміщених у штабелі, повинна становити від 6 до 8 шт. для штабеля об'ємом до 280 шт. одиниць продукції.

Метод визначення вологості за допомогою ємнісних вологомірів доцільно застосовувати під час вимірювання вологості пилопродукції з шорсткістю поверхні не більше 250 мкм згідно з ГОСТ 7016 (адже за більшої шорсткості значно зростає похибка визначення вологості за допомогою ємнісних вологомірів).

Сушильно-ваговий метод, що потребує випилювання зразків, застосовують за будь-якої вологості деревини, а також у разі виникнення суперечностей (оскільки сушильно-ваговий метод є більш точним у порівнянні із кондуктометричним та ємнісним методами).

Стандарт зазначає, що перед проведенням вимірювань кондуктометричні електровологоміри мають бути перевірені. Правильніше не перевірені, а повірені відповідно до інструкції, яку додає виробник приладу. Повірка електроприладів повинна бути проведена органами із метрології та стандартизації за еталонними зразками відповідно до результатів вимірювання вологості сушильно-ваговим методом. Результати повірки повинні бути надані із приладом.

Згідно розробленого стандарту, вологість круглого лісоматеріалу вимірюють у трьох місцях поверхні колоди на відстані не менше ніж 0,5 м від торців (або посередині зразка довжиною менше ніж 1,5 м). З іншої сторони, чинний в Україні ДСТУ EN 13183-2:2004 «Пиломатеріали. Частина 2. Визначення вологості на зразку методом електричного опору» [4], гармонізований з європейським, встановлює відстань від торця до місця встановлення електродів 0,3 м або посередині зразка, якщо він довжиною меншою ніж 0,6 м.

Електроди кондуктометричних електровологомірів вводять у деревину на всю довжину давача паралельно або перпендикулярно волокнам деревини, залежно від конструкції електровологоміра. На нашу думку правильніше було б сформулювати, що електроди вводять на повну їх довжину. За результат вимірювання вологості ділянки беруть середнє значення

трьох вимірювань. У лісоматеріалах за наявності ядра під час визначення вологості вимірюють середній діаметр колоди та діаметр ядрової частини. Для вимірювання зазначених діаметрів необхідно використовувати металеву лінійку згідно з ГОСТ 427-75 з похибкою вимірювання не більше ± 1 мм.

Середню вологість \overline{W}_j у відсотках для зразка з круглого лісоматеріалу, що має ядрову частину, обчислюють за формулою:

$$\overline{W}_j = \frac{\sum_{i=1}^n W_i^z (D^2 - d^2) + \sum_{i=1}^n W_i^y \cdot d^2}{(D^2 - d^2) + d^2},$$

де W_j^z – вологість заболонної деревини, %;

W_i^y – вологість деревини ядра, %;

D – діаметр лісоматеріалу в місцях вимірювання вологості, см;

d – діаметр ядра лісоматеріалу в місці вимірювання вологості, см.

Формула не точна, адже вона не враховує кількості зразків з одиниці круглого лісоматеріалу – n . Формула повинна мати вигляд:

$$\overline{W}_j = \frac{\sum_{i=1}^n W_i^z (D^2 - d^2) + \sum_{i=1}^n W_i^y \cdot d^2}{n \cdot D^2}.$$

Вологість вимірюють на середині ширини пластів пиломатеріалу на відстані від торця не менше ніж 0,5 м. В той же час європейська норма – 0,3 м.

Електроди вводять у деревину на глибину, яка дорівнює 1/3 товщини пиломатеріалу або заготовки, у напрямку паралельно чи перпендикулярно волокнам. На наш погляд простіше записати вздовж або поперек волокон деревини, залежно від конструкції вологоміра.

Висновки. Аналіз стандартів показав, що існує багато розбіжностей щодо методів визначення вологості лісоматеріалів в чинних стандартах, що безумовно негативно впливає на виробників продукції, а в кінцевому рахунку і на її споживачів.

Література

1. Лісоматеріали та пилопродукція. Методи визначення вологості: ДСТУ 4922:2008. – [Чинний від 2008-01-22]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 25 с. – (Національний стандарт України).
2. Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности: ГОСТ 16588-91. – [Отменен в Украине от 2008-01-22]. – М.: Межгосударственный стандарт, 1993. – 8 с.
3. Лесоматериалы круглые и колотые. Методы определения влажности: ГОСТ 17231-78. – [Отменен в Украине от 2008-01-22]. – М.: Государственный стандарт Союза ССР, 1978. – 7 с.
4. Пиломатеріали. Частина 2. Визначення вологості на зразку методом електричного опору: ДСТУ EN 13183-2:2004. – [Чинний від 2006-04-01]. – К.: Технічний комітет ТК-18, 2006. – 8 с.

УДК 631.3:621:695:553:973(043.3)

©С.М. Хомич к.т.н., Ю.В. Муравинець, к.т.н.,
Л.Ю. Забродоцька, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

А.В. Хомич, к.т.н.

Любешівський технічний коледж Луцького НТУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗУСИЛЛЯ НА ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗАБІРНОГО ПРИБОРУ ДЛЯ ДОБУВАННЯ САПРОПЕЛІВ

У статті представлено результати експериментальних досліджень впливу конструктивних параметрів забірною пристрою та технологічних параметрів родовища, на зусилля переміщення при папілонажному процесі розробки покладів органічного сапропелю призначених для виготовлення добрив

ЗАБІРНИЙ ПРИСТРІЙ, САПРОПЕЛЬ, ЗУСИЛЛЯ, ГЛИБИНА, ПОВІТРЯ, ОЗЕРО, УСТАНОВКА, ЗМІШУВАЧ, ДІАМЕТР, ТРУБОПРОВІД

Постановка проблеми. Складність технологічного процесу підводного добування сапропелю, за папілонажного процесу розробки, не дозволяє повністю визначити раціональні конструктивні параметри і оптимальні режими роботи пристрою аналітичним шляхом та в умовах лабораторії. Тому, для їх

дослідження необхідно проводити експерименти у реальних умовах, а для їх підбору використовувати математичний метод планування експерименту згідно методики описаної у [1]. Як результат досліджень отримаємо оптимальні параметри забірною пристрою, за рахунок яких процес розробки підвищить свою ефективність. А отриманий матеріал задовольнятиме вимоги щодо добування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій процесу добування сапропелю за папільонажного робочого переміщення [2] показав, що визначальний вплив на даний процес мають такі конструктивно-технологічні параметри: робочий кут відхилення забірною пристрою, частота, крок та зусилля перемінного переміщення, довжина і діаметр піднімального трубопроводу, товщина водного дзеркала, глибина розробки, вологість і липкість покладів сапропелю, робочий тиск повітря, тощо.

Серед наведених факторів особливу увагу слід звернути на зусилля для переміщення забірною пристрою, оскільки саме ці затрати потребують зменшення. Звичайно можна обійтись без папільонажного переміщення використовуючи траншейне, та це призводить до зменшення ширини захвату і нерівномірності розробки середнього шару родовища. Отже для ефективності і екологічності розробки покладів та вимог до отриманої сировини при папільонажному способі розробки затрати на прикладене зусилля компенсуються.

Метою дослідження є дослідження зусилля на переміщення забірною пристрою за папільонажного способу розробки органічного сапропелю для виробництва добрив.

Результати дослідження. Для встановлення впливу конструктивних параметрів пневматичного забірною пристрою засобу добування сапропелю та технологічних родовища на зниження енергетичних витрат в процесі роботи, а саме зусилля переміщення, проводили дослідження на озері Рогізне Любешівського району за методикою багатofакторного експерименту. Експериментальна установка забірною пристрою оснащувалась пневматичним змішувачем виконаним згідно [3]. Максимальна товщина водного дзеркала становила 1 м.

Основними досліджуваними факторами, що впливають на зусилля переміщення, на нашу думку є – глибина залягання сапропелю h , діаметр d та довжина l , піднімального трубопроводу. При цьому робочий кут відхилення від горизонталі вправо повинен становити 30° , вліво – аналогічно, а висота піднімального трубопроводу над рівнем води 1 м.

Таким чином, з врахуванням наведених факторів, проводили трифакторний експеримент із зміною факторів на рівнях, які представлені у таблиці. Під час даних досліджень використовувалась експериментальна установка виконана за схемою (рис. 1).

У процесі реалізація експерименту забірний пристрій із двопорожнинним змішувачем опускали в родовище сапропелю та закріплювали в установку. Величину робочого тиску подачі повітря, встановлювали $P_{нс}=500\text{кПа}$. Для зміни довжини піднімального трубопроводу використовували швидко знімні відрізки труб довжиною 1 м виготовлені з матеріалу Ст. 3 ПС товщина стінки 0,45мм. Далі, вмикаючи подачу повітря, приводили в дію забірний пристрій та установку. Після запуску засобу та набуття ним усталеного режиму роботи фіксувалось зусилля переміщення пристрою. Досліди проводились у трикратній повторюваності для кожного з варіантів комплектації забірного пристрою.

Таблиця – Фактори та рівні варіювання

Рівні варіювання	Фактори		
	Діаметр трубопроводу d , м	Глибина залягання сапропелю h , м	Довжина трубопроводу l , м
	x_1	x_2	x_3
Верхній (+1)	0,4	3	4
Основний (0)	0,5	4	5
Нижній (-1)	0,6	5	6
Інтервал варіювання, ϵ	0,1	1	1

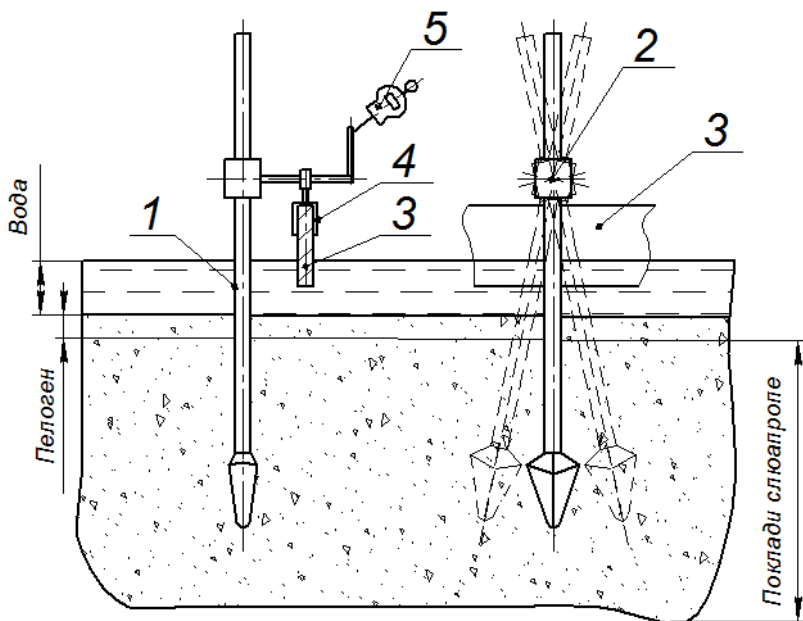


Рис.1 – Схема установки для визначення зусилля переміщення забірної пристрою у середовищі сапропелю: 1 – забірний пристрій; 2 – важільний механізм з фіксатором 4; 3 – борт плавзасобу; 5 – електронний динамометр

Для скорочення кількості дослідів та отримання закономірності впливу досліджуваних факторів у вигляді рівняння регресії, було застосовано математичний метод планування експерименту та здійснено експеримент за симетричним некомпозиційним планом Бокса-Бенкіна другого порядку.

Планування і проведення експерименту включало наступні етапи: кодування факторів; складання плану-матриці експерименту; рандомізація дослідів; реалізація плану експерименту; перевірка відтворюваності дослідів; розрахунок значень коефіцієнтів регресії; оцінка значущості коефіцієнтів регресії; перевірка адекватності моделі.

Кодування факторів здійснювали для переведення їх у безрозмірні величини. Зв'язок між кодованими і натуральними величинами факторів встановлювався залежностями:

$$x_1 = \frac{d-d_0}{\varepsilon_1}, x_2 = \frac{h-h_0}{\varepsilon_2}, x_3 = \frac{l-l_0}{\varepsilon_3}, \quad (1)$$

де, d_0 , h_0 , l_0 , – значення факторів на основному рівні, відповідно діаметр і довжина піднімального трубопроводу та глибина залягання сапропелю;

ε_1 , ε_2 , ε_3 – інтервали варіювання фактора.

Для даного дослідження повне квадратне рівняння має вид:

$$\bar{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3. \quad (2)$$

Обробка даних трифакторного експерименту, проведеного за симетричним не композиційним планом Бокса-Бенкіна другого порядку, здійснювалась на ПЕОМ розробленою програмою у середовищі Mathcad.

Остаточне рівняння регресії із факторами у натуральному вигляді набуло вигляду:

$$P = 14,751 + 0,401d - 5,31h - 2,049l - 0,31d^2 - 0,068h^2 + 0,053l^2 + 0,08dh + 0,166dl + 0,005hl \quad (3)$$

де d – діаметр трубопроводу, м;

h – товщина шару сапропелю з якого ведеться добування, м;

l – довжина піднімального трубопроводу, м.

Для відслідкування динаміки зміни зусилля за отриманим рівнянням регресії були побудовані графічні залежності у вигляді поверхонь (рис. 2).

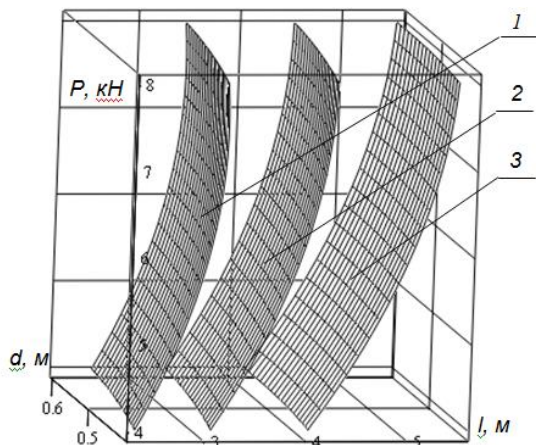


Рис.2 – Залежність прикладеного зусилля P до забірного пристрою за папілонажного робочого переміщення від діаметру d та довжини трубопроводу l за глибини розробки h : 1 – 2м; 2 – 3м; 3 – 4м

Висновки. Аналіз отриманих результатів показує, що всі досліджувані фактори мають певний вплив на прикладене зусилля. У всіх варіантах дослідження за збільшення глибини залягання сапропелю та довжини підіймального трубопроводу зусилля суттєво збільшується, а за збільшення діаметру трубопроводу, у досліджуваних межах, зусилля зростає, але не досить активно. Поясненнями такого явища є те що із збільшенням глибини щільність залягання покладів збільшується, а налипання сапропелю на піднімальний трубопровід ускладнює переміщення. Для зменшення налипання та підвищення ефективності тертя покладів об трубопровід доцільно провести дослідження липкості і тертя сапропелів з різними матеріалами, а також дати рекомендації останніх з яких можна виготовити трубопровід.

Література

1. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алёшкин, П.М. Рошин. – Л.: Колос. Ленингр. Отд-ние, 1980. – С. 168.
2. Хомич С.М. Дослідження папілонажного процесу пневматичного добування сапропелів / С.М. Хомич, І.Є. Цизь,

М.О. Крочук, А.М. Стецюк // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 39. – Луцьк, 2018. – 177с.

3. Пат. 124535 Україна, МПК E02F 3/08. Забірний пристрій / Хомич С.М.; Цизь І.С., Павлік В.А., Крочук М.О., заявник та патентовласник Луцький НТУ. – №u201711384; заявл. 20.11.2017; опубл. 10.04.2018, Бюл. №7.

ANNOTATIONS - / - АННОТАЦИИ

Badir Karim Kashash Physics of contactless magnetic turbulence cleaning rolling bearings

It is shown that the most effective way to clean the friction surfaces of rolling bearings is a contactless magnetic turbulent effects both on the surface and the ferromagnetic microparticles and the nature of the other, and the physics of such purification process is reversal surfaces of bodies of different masses with fixed frequency. In production and maintenance, the rolling tribosystem is cleaned. There are various methods and technologies for the removal of pollution. Given the structural and technological differences, as well as the peculiarities of the operation of bearings, ultrasonic cleaning methods are most common. In this case, for loosening and weakening the bonds of the contaminants with the substrate, and their subsequent removal, a hydrodynamic effect is used mainly. As the results of research have shown, even such relatively effective methods do not always provide the required level of purity. First of all, this task is relevant for instrument and other precision bearings. In order to improve the efficiency of existing and develop new methods and technologies for cleaning machinery nodes in the laboratory of NAU nanotribotechnologies, research has been conducted aimed at building the basis of a physical and mathematical model of the behavior of particles of pollution and studying the effect of forces acting on the components of the working surfaces of the bearing.

BEARINGS, MAGNETIC, TURBULENT, CLEANING

Бадір Карім Кашаш Фізика процесу безконтактної магнітно-турбулентної очистки підшипників кочення

Показано, що найбільш ефективним способом очистки тертьових поверхонь підшипників кочення є безконтактна магнітно-турбулентна дія як на поверхні, так і на мікрочастинки феромагнітної та іншої природи, а фізика процесу такої очистки полягає в перемагнічуванні поверхонь тл різної маси з фіксованою частотою.

ПІДШИПНИКИ КОЧЕННЯ, МАГНІТНО-ТУРБУЛЕНТНА ОЧИСТКА

Borovytskyi O. Requirements of ISO 45001: 2018 Standard of "Health and labor safety management systems" as development of forestry area

According to the International Labor Organization (ILO), there are currently more than 2.78 million deaths per year as a result of accidents or occupational diseases. And this is in addition to 374 million of non-fatal injuries and diseases. According to the ILO, the economic burden of insufficient attention to health and safety at work is evaluated as 4% of the annual global gross domestic product (GDP). Employers are faced with expenses associated with early retirement, loss of skilled personnel, lack of work and significant insurance premiums due to accidents at work and occupational diseases. The ISO standard will help to improve the management of labor safety and health on the global level.

Taking into account the Directive 89/391 / EEC from 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health

of workers at work [3]. The OSCI management approach is based on the Plan-Do-Check-Act (PDCA), Plan-Do-Check-Act [4] cycle concept.

Three years are given to go over the new standard ISO45001: 2018 from the date of its official publication. It is proposed: to study the text and requirements of the standard by organizing a seminar-workshops; to implement a pilot project of the standard in one of the enterprises of the forest area; to carry out diagnostics of analysis and audit in relation to the requirements of the standard; to develop a program for the implementation of norms of the standard; to improve the steps of the hygiene and safety management system in the direction of the enterprise environment, requirements of both sides, risk management and capacity to improve the management system, to increase the role of company managers; to analyze and confirm the role, responsibility and authority of the leaders; to analyze the systems for managing products and services that are obtained through the use of third-party resources; to be sure of the requirements provided for in the documentation of the information, understand correctly; to certify the enterprise taking into account the system of hygiene and safety management, regarding compliance with ISO 45001: 2018 standard.

Боровицкий А.Н. Требования стандарта ISO 45001: 2018 «Системы управления охраной здоровья и безопасности труда» как один из направлений развития отрасли лесного хозяйства

В статье приведены действующие системы управления охраной труда в лесных хозяйствах, направления развития и интеграции лесных предприятий согласно с требованиями международного стандарта (ISO 45001: 2018).

Wrzeshch N., Datsiuk L. Legislation of the influence on the periodicity of moving mechanical surface activation

In article the influence of mechanical activation of surfaces of natural veneers by means of preliminary compression on adhesion of adhesive layer both to the facing material and to the wood basis is considered. The results of experimental studies are presented and analyzed.

The purpose of the work is to study of patterns of influence of veneering curtain on the strength of adhesive bonding of facing material with a base, which allows to reduce the consumption of glue and to improve the environmental friendliness of veneered products.

ADHESION, DEFORMATION, GLUE, CONTACT, REMOVAL, AREA, PRESS, REDUCTION, VAPOR

Вржещ Н.В., Дацюк Л.Н. Закономерности влияния на прочность шпонуемых соединений механической активации поверхностей

В статье рассмотрено влияние механической активации поверхностей натуральных шпонов путём предварительного обжатия на адгезию клеевого слоя как к облицовочному материалу, так и к древесному основанию. Представлены и проанализированы результаты экспериментальных исследований.

АДГЕЗИЯ, ДЕФОРМАЦИЯ, КЛЕЙ, КОНТАКТ, ОБЛИЦЕВАНИЕ, ПЛОЩАДЬ, ПРЕСС, ШЕРОХОВАТОСТЬ, ШПОН

Vrzheshch N., Kasian O. The research of efficiency of the process of sawing

The article deals with the method of determining the efficiency of sawing machines and the coefficient of the cost of transferring into a sawdust a unit of wood volume when sawing with chain electric motors and petrol motors. The current state of the market of chain motorized saws is full of both domestic and foreign models. At the same time, there are questions related to their operation, in particular, with the estimation of the cost-effectiveness of the process of sawing both the electric and petrol-chain chain saws of an array of wood of different breeds. Thus, the choice of a motorized woodcutting tool, given the cost of performing technological processes, both for forest enterprises and for private users, becomes of particular importance and importance.

PROCESS, SAW, POWER, SAWING, CHAIN

Вржещ Н.В., Касян А.Н. Исследование экономичности процесса пиления древесины цепными моторизованными пилами

В статье рассмотрена методика определения коэффициента полезного действия пильных аппаратов и коэффициента стоимости перевода в опилки единицы объема древесины при пилении цепными электромоторный и бензиномоторной пилой.

ПРОЦЕСС, ПИЛА, МОЩНОСТЬ, ПИЛЕНИЕ, ЦЕПЬ

Vrzheshch N., Chaika O. Investigation of defects of ribbits by method of non-containing control

This article discusses the method of non-destructive quality control of joints of ends of strip band strips is proposed, which will ensure the reliability and safety of the operation of the woodcutting tool of tape saw machines in the sawmill, woodworking and furniture industries.

This methodology can be used in the educational process when performing the lab work of the aforementioned subjects, as well as in the research work of students and masters.

DEFECTOSCOPY, PILK, SUSPENSION, REMEDY

Вржещ Н.В., Чайка А.А. Исследование дефектов ленточных пил методом неразрушающего контроля

В статье рассмотрены результаты экспериментальных исследований дефектов ленточных пил, полученных методом магнитопорошковой дефектоскопии.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ, ПИЛА, СУСПЕНЗИЯ, НАМАГНИЧИВАНИЕ

Didukh V., Tarasyuk V., Mindyuk N., Oljasyuk Ya. Investigation of the process of dehydration of OMM particles on the basis of organic matter

The article presents the results of experimental studies of dehydration of organo-mineral mixtures on the basis of organic matter formed during one year from the organic mixture of sapropel 150%, straw 25% and litter manure. Application of OMM on the basis of sapropel will significantly improve the physical and mechanical properties of soils, the content of humus in which over the last century soils decreased from 5-8% to 1.5-2.0%. The use of such fertilizers will reduce the burns of plant roots.

The results of the studies provided in the article give a clear picture of the dehydration of organo-mineral mixtures based on sapropel and granules made on its basis. The main indicator for the granules formed from the resulting organic matter is the presence of at least 5% of the mineral part, which affects the intensity of drying of such granules through hardness and sticky. To maintain the qualitative properties of organic matter, the heating temperature of the granules should not exceed 100 ° C. The technological process of forming pellets made from OMP on the basis of sapropel involves the formation of the particles of OMS: the stage of okotiking with the simultaneous partial dewatering of the surface layer of granules and their drying to the normalized value.

В.Ф. Дидух, В.В. Тарасюк, Н.С.Миндюк Исследование процесса обезвоживания частиц ОМД на основе органических веществ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований обезвоживания органо-минеральных смесей на основе органического вещества, образованного в течение одного года с органической смеси сапропеля-50%, соломы - 25% и подстилочного навоза-25%.

Diakonov V., Torchylevskiy D., Sirko Z., Tolstushko M., Sylyvonyuk A. Quality control of circular saws by the method of statistical control

Any cutting tool contains an active part in the form of a wedge. It is characterized by the angle of aggravation β , which is formed by the intersection of the anterior and posterior plane faces (for a saw). The magnitude of the angle of exacerbation depends on the conditions of cutting and strength of the material from which the tool is made. In the ideal case, the intersection of the faces of the tool gives a line, which is called a cutting edge. It is characterized by a linear parameter - the length. This parameter, but already for the saw is called the width of the tooth of the saw. If the angle of exacerbation is directly determined by the settings of the machine, then the length of the cutting edge is obtained as a result of the previous settings of the machine when grinding the previous faces of the tooth. The width of the saw should be constant, but in reality it changes in some limits. The nature of the changes and size of the corridor within which fluctuations occur can serve as an assessment of the accuracy of the saw making and its quality indicator. Therefore, the width of the tooth of the saw is best suited for assessing the actual state of the saw.

During operation, the cutting edge decreases (wears out). To restore the cutting power of the saw teeth are grinding for the front and back faces (sharpened). In this case, the length of the cutting edge is reduced, but not uniformly. Therefore, the estimation of the average teeth width of a saw and the distribution of wide-spread teeth on the length of a circle of a saw can establish the actual quality of the saw not only after its manufacture, but also at any other stage during the operation of the saw. Methods of mathematical statistics and probability theory are used to evaluate.

Analysis of recent research and publications. A large group of scientists was engaged in researches of the features of wear of cutting tools and their influence on the change in the linear dimensions of teeth of disk saws. The dependence of the indicators of wear on plates of solid alloy of round dust on the

length of the cutting path shows the values of wear for the bisector of the angle, the radius of rounding. All indicators of tooth decay during the first 10 km of cutting are increased approximately twice. In the case of non-flatness of the disk, they drank after exacerbation, the width of the teeth varies in some limits, which negatively reflects on the quality of the surface treatment of wood workpieces.

The purpose of the study is to find the dimensional and qualitative parameters of disk dust with teeth equipped with solid alloy plates.

DISK SAW, TOOTH, QUALITY, PARAMETER, METHOD, DEVIATION.

Дьяконов В.К., Торчилевский Д.П., Сирко З.С., Толстушко Н.Н., Сыльв-нюк А.В., Управление качеством дисковых пилок методом статистического контроля

В статье приведены результаты исследований размерно-качественных параметров дисковых пил методом статистического контроля. Даны результаты измерения ширины зубьев пил.

ДИСКОВАЯ ПИЛА, ЗУБ, КАЧЕСТВО, ПАРАМЕТР, МЕТОД, ОТКЛОНЕНИЯ.

Kirchuk R. Modeling of drying process of disperse seed material in a moving layer

In the system of postharvest cultivation of seed material, an important part is the drying operation, which greatly affects the crop and yield properties of the seeds.

Kinetic analysis and calculation of the process of drying of dispersed agricultural materials is a complex task that allows justification of the regime parameters of the drying process in the process of production of crop production.

The purpose of the study is to establish dependencies and construct an algorithm for calculating the process of drying of dispersed agricultural materials by theoretical analysis of heat-power processes of capo-porous colloidal bodies.

The specificity of drying a disperse material when intersected with a drying agent is that the rate of heating and drying the material depends only on the parameters of the drying agent at the point of contact with the material at a certain distance from the injection site.

As a result of the theoretical analysis of the process of drying of dispersed agricultural materials in a moving layer, mathematical dependences were obtained and a sequence of calculating the parameters of the heat-mass transfer process was established. The proposed mathematical model can be used to establish the regime parameters of the dryer operation with a spiral-shaped drying chamber.

Киричук Р.В. Моделирование процесса сушки дисперсного семенного материала в подвижном слое

В статье проведен анализ тепло- массообменных процессов сушки дисперсных сельскохозяйственных материалов в сушилке с спиралевидной сушильной камерой. Предложена математическая модель и последовательность расчета параметров процесса сушки подвижного слоя семян

Kovalchuk N., Olkhovsky V., Dendroflora of green zone volynes in the context of modern

The article analyzes and reveals the peculiarities of the development and formation of dendroflora of green zones of the cities of Volhynia in modern conditions. The natural features of the greenery development of this natural zone are considered. The main problems of the development and formation of urban green areas are highlighted and their urban planning and environmental problems in the conditions of Volyn are revealed.

Keywords: green zone, dendroflora, green approaches, city building, urbanization, natural zone, trees, shrubs.

Ковальчук Н.П., Ольховский В.О. Дендрофлора зеленых зон волыни в контексте современности

В статье детально проанализировано и раскрыто особенности развития и формирования дендрофлоры зеленых зон городов Волыни в условиях современности. Рассмотрено природные особенности развития озеленения указанной природной зоны. Выделены главные проблемы развития и формирования городских зеленых зон и раскрыты их градостроительные и экологические проблемы в условиях Волыни.

Ключевые слова: зеленая зона, дендрофлора, зеленые насаждения, градостроительство, урбанизация, природная зона, деревья, кустарники.

Kovalchuk N., Olkhovsky V. Influence of urbanization on fitcenosis of places of places of volyn and selection of tree plants for various environmental conditions

The article analyzes the modern problems of phytocoenoses of inhabited places of Volyn in conditions of urbanization. The problems of increasing the vitality of phytocoenoses in the territories of the settlements of Volhynia in the conditions of Volyn cities have been studied. The peculiarities of selection of tree plants for phytocoenoses in different ecological conditions of growth are analyzed.

Keywords: dendroflora, phytocenoses, plantings, vitality, tree plants, urbanization, urboecology, phytomelioration.

Ковальчук Н.П., Ольховский В.О. Влияние урбанизации на фитоценозы населенных мест волыни и подбор древесных растений для разных экологических условий

В статье проведен анализ современных проблем фитоценозов населенных мест Волыни в условиях урбанизации. Изучено в городских условиях Волыни проблемы повышения жизнестойкости фитоценозов на территориях населенных мест. Проведен анализ особенностей подбора древесных растений для фитоценозов разных экологических условий произрастания.

Ключевые слова: дендрофлора, фитоценозы, насаждения, жизнестойкость, древесные растения, урбанизация, урбоэкология, фитомелиорация.

Martyniuk V., Bundza O. Experimental results investigation of damage potato tubers under percussive influence

The results of the experimental researches aimed to determination of potato tubers critical falling height and the ambient temperature influence on the development of different sorts potato tubers internal damages are shown in the

article. As a result of analysis of the studies, directed to potato tubers damaging factors and types of damages exploration, it is set that internal damages are the most widespread. This type of damage manifests itself as pulp darkening under the peel. The course of damage is the bump loading during interaction with the working organs of harvesters and machines for post-harvest processing. The researches of influence of falling height on intensity of internal damages were known. The task of exposure of influence of temperature factor and sort of potato tubers on the degree of damage in the condition of changing falling height has been put and decided by the authors. The results of study, that was executed by authors in the potato harvesting season during three years are shown. The just harvested potato tubers sorts Slovyanka, Natasha, Okolytsia were chosen for the study. The trend lines and the equation were built on the basis of the experimental data. They reveal the dependence between percent expression of the potato tubers damage and the falling height during different ambient temperature conditions. It has been revealed that development of potato tubers internal damage was the more intensive the lower environmental temperature was. The development of internal damages is mainly caused by the falling height, the environmental temperature during tubers harvesting and the potato sort characteristics (such as the percentage of starch). The falling height must not exceed a 0.4 m, so as the increase of height leads to sharp growing of internal damages.

POTATO TUBERS, FALLING, HEIGHT, TEMPERATURE, SORT

Мартынюк В.Л., Бундза О.З. Результаты экспериментального исследования повреждения клубней картофеля при ударных воздействиях

В статье изложены результаты экспериментальных исследований, направленных на установление критической высоты падения клубней картофеля та влияния температуры окружающей среды на проявление внутренних повреждений клубней картофеля разных сортов.

КЛУБНИ КАРТОФЕЛЯ, ПАДЕНИЕ, ВЫСОТА, ТЕМПЕРАТУРА, СОРТ

Nalobina O., Herasymchuk O., Tkachuk O., Shovkomud O. Functional model of the process of hemp harvesting

In the work, model of the process of hemp harvesting are presented as a set of quantities, which describe the process of functioning of the technological system. The subsets of this system are found. Based on an analysis of current research, are installed, that the process of hemp harvesting must be presented in the form of the "black box". At that, output signal of the system is issued if the input signal arrives and the influence of external factors on the subsystem, which are characterized by internal parameters.

Installed a list of managed and unmanaged influences on the technological system of the process of hemp harvesting and environmental influences. The simulation model of the process of hemp harvesting shaped in form a "black box". Established the list of operators which in time describe of subsystems functioning of hemp harvesting and obtained the equations which reveal the formation of output parameters of the harvesting process. The vector equation of the current state of the system is obtained. In the work the block structure of the process of hemp harvesting is presented. The advantages of the

proposed model built on the block principle are established.

Formed a simulation algorithm of the hemp harvesting process based on a system analysis of the process of hemp harvesting.

Налобна Е., Герасимчук А., Ткачук О., Шовкомуд А. Функциональная модель процесса сбор конопли

В статье изложены последовательность формирования функциональной модели процесса сбора конопли по блочному принципу. Представлены моделирующий алгоритм имитационной модели процесса сбора

Polishchuk A., Habrel T., Makarchuk A. Analytical investigation of the buccal crusher with a simple movement of a two-piece cheek

The article presents the results of the kinematic and dynamic analysis of the mechanism of the buccal crusher with a simple movement of a two-piece cheek. The relationship between the crusher's operating parameters and its technical and operational indicators is shown. Such parameters as the angle of capture of the crusher, the rotational speed of the eccentric shaft are described. The rotational speed of the eccentric shaft determines the intensity of material shredding in the working chamber. It has a significant impact on performance and power consumption. This is due to the fact that other indicators of the work of the crusher are more determined by the geometry of the mechanism of the crusher. As the rotation frequency increases, productivity decreases and power consumption increases. On the basis of this research, the most optimal parameters of a cheek-crusher with a sectional moving cheek are established. The resulting functional relationships between regime parameters and technical indicators can be used for designing, analyzing and modernizing a crusher.

Keywords: grinding, crusher, two-section, cheek.

Полищук А.Г., Габрель Т.Ю., Макачук А.В.. Аналитическое исследование щечной дробилки с секционной щекой простого действия

В статье представлены результаты кинематического и динамического анализа механизма щечной дробилки с простым движением двухсекционной щеки. Показана связь между режимными параметрами дробилки и ее технико-эксплуатационными показателями. Описаны такие параметры как угол захвата дробилки, частота вращения эксцентрикового вала.

Ключевые слова: измельчение, дробилка, двухсекционная, щека, простого действия.

Puts V., Markova O., Hvesy`k V. Analysis of technical-operating parameters of universal small-based distributors

Based on the principles of system analysis, the connection between the design and operational parameters of universal small-sized loaders was revealed. The obtained research results are the basis for substantiation of the method of optimization of parameters of small-sized loaders, which are widely used, in particular, in the agro-industrial complex.

The main parameter on which the analysis is based is the operating mass of this type of machine. This is explained by the fact that the operating mass of the PMP is better than other parameters, which determines its size and potential capabilities in the given technological conditions, which are characterized as

small and dispersed objects, compression and narrow passages, premises with restrictions on loading on the support surface. The mass of the machine can serve as a criterion for evaluation, which determines the degree of its technical excellence.

In order to carry out studies to identify the type of dependencies of the operating mass with other energy and structural parameters of universal small-sized loaders, the characteristics of this type of cars of well-known firms have been analyzed.

The coefficient of correlation was used to estimate the degree of connection between the selected parameters and the operating mass. The equations which reveal the relationship between the operating mass of the UMN and the parameters such as the length of the track, the radius of rotation, the road lumen, the distance between the axles of the wheels, the maximum speed of travel, the maximum length in length, the maximum width in width, the injection of the hydraulic drive, mass and pressure in the hydraulic cylinder of the working equipment. Correlation analysis revealed a close direct relationship between these values. The greatest correlation exists between the operating mass and the injection of the hydraulic drive pump, the smallest – by pressure in the hydraulic cylinder of the working equipment.

Пуць В.С., Маркова А.В., Хвесик В.А. Анализ технико-эксплуатационных параметров универсальных малогабаритных погрузчиков

В данной статье проанализирована взаимосвязь конструктивных и эксплуатационных параметров универсальных малогабаритных погрузчиков. Получены математические модели, раскрывающие взаимосвязь одного из главных параметров, по которым оценивают эксплуатационные свойства машин, – эксплуатационной массы с конструктивными, эксплуатационными и кинематическими параметрами погрузчиков.

Seleznev E., Klymenko O., Muravunets Y., Seleznev D. Analysis of the results of experimental researches of the resistance of flax stem to curve.

The article highlights the results of experimental studies on the influence of moisture content of stems, on the magnitude of the angle of their deviation from the initial position, and the bending moment, under the action of the cams of the drum. The following conclusions are derived from the results of the processing of experimental data, a graphical interpretation is presented.

The decision of this scientific and practical task the improvement of the quality of flax straw and the trusts, is based on a deep analysis of the indicators that are formed at the successive stages of their obtaining, the identification of their mutual relations and mutual influence. And this in turn involves conducting research, including experimental, in different directions.

Taking into account the importance of separate research areas for solving the problem of increasing the efficiency of the scouring process, which directly affects the output and quality of linen fibers, the purpose of our research was formed. Investigation of certain physical and mechanical properties of stems of flax flax with the purpose of further substantiation of the parameters of the molding-scouring apparatus.

Селезнев Е.Л., Клименко А.Д., Муравинец Ю.В., Селезнев Д.Е., Анализ

результатов экспериментальных исследований сопротивления стеблей льна-долгуница отгибу.

В статье отражены результаты экспериментальных исследований влияния влажности стеблей, на величину угла их отклонения от первоначального положения, и изгибающего момента, под действием гребней барабана. Приведенные выводы по результатам обработки опытных данных, представлена графическая интерпретация.

Sirko Z., Torchylevskiy D., Tolstushko N., Sylyvonyuk A. Standards analysis of wood products humidity determination methods

In Ukraine, since July 1, 2009 has been put into operation the standard DSTU 4922:2008 "Wood products and lumbers. Methods of humidity determination", which were introduced for the first time with the cancellation of GOST 16588-91 (ISO 4470-91) "Lumbers and wooden parts. Methods of humidity determination" and GOST 17231-78 "Round and split timber. Methods of humidity determination". The standard DSTU 4922: 2008 applies to round wood products and lumber of soft and broadleaved species woods (lumber, billets and wooden parts of them), further - wood materials and establishes the methods for wood humidity determination using conductometric and capacitive electrical hygrometer and arbitrage (control) dry-weight (thermogravimetric) method during wood drying, control of technological parameters, acceptance tests and determination of logs volumes by weight method. The standard does not establish a method for determining before impregnation humidity of lumbers and does not apply to the measurement of the humidity content of frozen, moraine wood and wood that was subjected to a deep impregnation and intended for the manufacture of aircraft parts and work pieces. It is very important that this standard incorporates all positive qualities of the abolished standards and was adapted to the manufacturers of the products.

TIMBER, STANDARD, MOISTURE METER, DRYING, MOISTURE, WOOD.

Сирко З.С., Торчильевский Д.П., Толстушко Н.А., Сыльвонюк А.В. Анализ стандартов относительно методов определения влажности лесоматериалов

В статье приведен подробный сравнительный анализ положений действующих в Украине ДСТУ 4922:2008 и отмененных ГОСТ 16588-91 и ГОСТ 17231-78. Дано формулу для определения средней влажности лесоматериалов.
ЛЕСОМАТЕРИАЛ, СТАНДАРТ, ВЛАГОМЕР, СУШКА, ВЛАЖНОСТЬ, ДРЕВЕСИНА.

Homych S., Muravinets Yu., Zabrodotska L., Khomych A. Research study of efficiency for moving formulatur for sapropel

The article presents the results of experimental studies on the influence of the design parameters of the sampling device and the technological parameters of the deposit, on the transfer effort during the pipelining process of the development of deposits of organic sapropel intended for the manufacture of fertilizers.

The research was conducted using the method of the multifactorial experiment of Boxes-Benkin. The results are represented by a graphical dependence in the form of a surface.

*Хомич С.М., Муравинец Ю.В., Забродоцка Л.Ю., Хомич А.В.
Исследование усилия на перемещение заборного устройства для добычи сапропеля*

В статье представлены методика и результаты экспериментальных исследований влияния конструктивных параметров заборного устройства и технологических параметров месторождения сапропеля, на усилия перемещения при папильонажном процессе разработки залежей органического сапропеля предназначенных для изготовления удобрений.

Исследование проводилось с использованием метода многофакторного эксперимента Бокса-Бенкина. Результаты представлены графической зависимостью в виде поверхности.

ЗМІСТ

1. Бадир Карим Кашаш Физика процесса бесконтактной магнитно-турбулентной очистки подшипников качения 3
2. Боровицький О.М. Вимоги стандарту iso 45001:2018 «системи управління охороною здоров'я і безпекою праці» як один з напрямків розвитку галузі лісового господарства 8
3. Вржещ М.В., Дацюк Л. М.Закономірності впливу на міцність шпонованих з'єднань механічної активації поверхонь 13
4. Вржещ М.В., Касян О.М. Дослідження економічності процесу пиляння деревини ланцюговими моторизованими пилками 18
5. Вржещ М.В., Чайка О.О. Дослідження дефектів стрічкових пилок методом неруйнуючого контролю 28
6. Дідух В.Ф., Тарасюк В.В., Міндюк Н.С., Оласюк Я.В. Дослідження процесу зневоднення частинок ома на основі органічної речовини 36
7. Д'яконов В.К., Торчилевський Д.П., Сірко З.С., Толстушко М.М., Силивонюк А.В. Управління якістю дискових пилок методом статистичного контролю 44
8. Кірчук Р.В. Моделювання процесу сушіння дисперсного насінневого матеріалу в рухомому шарі 49
9. Ковальчук Н.П., Ольховський В.О. Дендрофлора зелених зон Волині в контексті сучасності 59
10. Ковальчук Н.П., Ольховський В.О. Вплив урбанізації на фітоценози населених місць волині та підбір деревних рослин для різних екологічних умов 69
11. Мартинюк В.Л., Бундза О.З. Результати експериментального дослідження пошкодження бульб картоплі за умови ударних впливів на них 77
12. Налобіна О.О., Герасимчук О.П., Ткачук О.Л., Шовкомуд О.В. Функціональна модель процесу збирання коноплі 83
13. Поліщук А.Г., Габрель Т.Ю., Макарчук О.В. Аналітичне дослідження шокової дробарки із секційною шокою простого руху 91
14. Пуць В.С., Маркова О.В., Хвесик В.О. Аналіз техніко-експлуатаційних параметрів універсальних малогабаритних навантажувачів 95
15. Селезньов Е.Л., Клименко О.Д., Муравинець Ю.В., Селезньов Д.Е. Аналіз результатів експериментальних досліджень опору стебел льону-довгунця відгину 103

16. Сірко З.С., Торчилевський Д.П., Толстушко Н.О., Силивонюк А.В. Аналіз стандартів щодо методів визначення вологості лісоматеріалів 109
17. Хомич С.М., Муравинець Ю.В., Забродоцька Л.Ю., Хомич А.В. Дослідження зусилля на переміщення забірною пристрою для добування сапропелів 113

**ВИМОГИ ДО МАТЕРІАЛІВ, ЩО ПРОПОНУЮТЬСЯ ДО
ДРУКУ У ЗБІРНИКУ „СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ
МАШИНИ” ЛУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ**

Публікуватись будуть статті, які містять теоретичні або експериментальні дослідження. У статтях повинно бути зрозуміло і повністю викладено зміст питання, що розглядається.

ПЛАН СТАТТІ

1. **Постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.
2. **Аналіз останніх досліджень і публікацій**, в яких запропоновано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення раніше невирішених частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.
3. Формулювання цілей статті (**мета дослідження**).
4. Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів (**результати дослідження**).
5. **Висновки** з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.
6. Використана **література**.

ТЕКСТ

1. Стаття подається на CD або DVD носіях, а також повинна бути роздрукована (на лазерному принтері) на білих аркушах формату А5 (з одного боку). Параметри сторінки: ліве поле – 1 см; праве – 2 см; верхнє – 2,0 см; нижнє – 2,0 см; брошування – 1 см; від краю до колонтитула верхнього – 1,25 см, до нижнього – 1,25 см.
2. Шапка статті містить: шифр УДК, ініціали та прізвище автора (– ів), науковий ступінь. Шифр УДК, прізвище, назва, текст статті розділені 1 інтервалом.

Назва статті повинна бути достатньо короткою (не більше 8 слів). Упродовж всієї статті необхідно строго дотримуватися однакових термінів, позначень, умовних скорочень та символів. Маловідомі скорочення розшифровуються при першому згадуванні. Наукові позначення, терміни та одиниці виміру застосовують згідно з діючими стандартами. Текст статті повинен містити необхідні формули без простих математичних

- перетворень. Якщо за результатами досліджень отримано таблицю і побудовано графік, то в статті наводять щось одне – або графік, або таблицю. Посилання в тексті на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками. Забезпечити нерозривність виразів типу „258 мм”, „І.П. Прізвище” та ін.
3. Шрифт заголовка статті **ARIAL із напівжирним виділенням**.
 4. На початку статті наводять *анотацію*, яка містить короткий виклад змісту (2–3 речення курсивом).
 5. Набір тексту здійснюється у редакторі не нижче **MS WORD 6.0/7.0**. Для основного тексту необхідно використовувати шрифт **Times New Roman**. Розмір шрифту – 10 пунктів з одинарним інтервалом міжрядь. Абзацний відступ 1,27 см. У параметрах абзацу встановлюють „перед” і „після” на величину 0.
 6. Літературу наводять у кінці статті згідно з вимогами державного стандарту (**ДСТУ ГОСТ 7.1:2006**) через один інтервал від останнього рядка. Літературні джерела розміщуються у порядку посилання на них у тексті статті. Обсяг літератури не повинен перевищувати 0,2 обсягу статті.
 7. Після літератури наводиться назва статті, автори та анотація російською та англійською мовами. Анотація англійською мовою подається у розширеному форматі та повинна містити не менше 200 слів, об’єднаних у 10–15 речень.
 8. Структурні частини статті *обов’язково* виділяються **підзаголовками** відповідно до вказаного вище плану статті.
 9. Нумерація сторінок – лише на роздрукованій копії олівцем.
 10. Роздрукований оригінал закінчується підписом автора.

ФОРМУЛИ

1. Формули будують у редакторах: **MS Equation, Math Type**. Для набирання формул застосовувати шрифти: **Times New Roman, Symbol** (*курсив*). Основний розмір шрифту формул – 10 пунктів. Формули вирівнюють по центру. Надто довгі формули розбивають на дрібні елементи. Формула не повинна займати більше 5/6 ширини рядка.
2. Після формули наводять пояснення усіх значень символів і числових коефіцієнтів у тій послідовності, у якій вони подані у формулі. Перший рядок пояснення починають без абзацного відступу зі слова „де”, без двокрапки. Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання у наступному тексті. Інші нумерувати не рекомендується. Номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого краю сторінки.

3. Формули входять до речення як його рівноправний елемент, тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації. Двокрапка перед формулою ставиться лише у випадках, передбачених правилами пунктуації: а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово; б) цього вимагає побудова речення, що передує формулі.

ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ

1. Рисунки, графіки, діаграми, фотографії та ін. розташовуються у тексті статті (після першого згадування). Їх розмір та контрастність повинні забезпечувати чітке читання.
2. Позиції на рисунках проставляються над виносками.
3. Підрисунковий підпис починається скороченим словом „Рис.», далі йдуть: пробіл, номер рисунка, який позначається арабськими цифрами, тире, пробіл та назва рисунка. Якщо на рисунку вказані позиції його елементів, то вони *обов'язково* розшифровуються у підрисунковому підписі після назви рисунка і двокрапки або за текстом статті. Крапка в кінці підрисункового підпису не ставиться. Якщо в статті тільки один рисунок, то він не нумерується.

ТАБЛИЦІ

1. Таблиці розташовують у тексті статті (після першого згадування), над таблицею з вирівнюванням по лівому краю необхідно поставити її порядковий номер – Таблиця 1 – і т.д. та назву. Якщо в статті тільки одна таблиця, то вона не нумерується. Таблиця не виходить за поля тексту.
2. Числа та позначення не замінювати „лапками”. Усі позначення вказувати повністю, без скорочень.

ДОДАТКОВІ ДОКУМЕНТИ

1. Анкетні дані автора (–ів): Прізвище І.Б., науковий ступінь, вчене звання, місце роботи, посада, домашня адреса, номери дом., сл. телефонів.
2. Рецензія на статтю, підписана доктором технічних наук.

Подані матеріали будуть редагуватись.

Офіційний сайт видання: agrmash.info

Адреса редакції: 43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75, каб. 359.

Тел. (0332) 74–61–32.

Е–mail: lab–amb@ukr.net

Наукове видання

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

Збірник наукових статей
Випуск 41, 2018

Збірник входить до "Переліку наукових фахових видань
України...". Галузь наук - технічні
(Наказ Міністерства освіти і науки України № 241 від 09.03.2016)

Відповідальний за випуск: В.Ф. Дідух
Комп'ютерна верстка: О.М. Гапонюк

Підписано до друку 26.12.2018 р., Формат 60×84/16.
Ум. друк. арк. 8,5. Наклад 100.

Друк ПП Іванюк В.П.
43021 м. Луцьк, вул. Винниченка, 65
Свідоцтво Держкомінформу України ВЛн №31 від 04.02.2004р.

Реєстраційне свідоцтво
Міністерства юстиції України КВ №15902–4374 ПР