

міцну окалину в зоні деформації.

Після гарячого пресування на поверхні деталей (днищ, штампованих кришок, фланців) залишається щільна високотемпературна окалина, змішана з пригорілими мастилами й графітовими змащувальними добавками. Цей шар має напівкарбонізовану структуру і практично не знімається сухою механічною зачисткою, тому на початковому етапі можна застосовувати вологу хімічну обробку. Найчастіше використовують лужні розчини на основі NaOH або KOH у концентрації 5–10 %, при температурі 50–80 °C, які розм'якшують органічну складову пригорілого мастила, [2]. Деталь або її частину занурюють або рясно промивають розчином протягом 10–20 хвилин, щоб забезпечити повне змочування та реакцію з карбонізованим мастильним шаром. Після лужної обробки поверхню ретельно промивають гарячою водою, що видаляє залишки луку та частково розм'якшену органіку, після чого виконують витирання чистою ганчіркою до повного видалення водної плівки.

Особливістю обробки гарячепресованих деталей є обов'язкове й повне висушування кромки, яку готують під зварювання. Після промивання деталі витримують у теплому сухому повітрі не менше 15–30 хв, або прогрівують теплим повітрям до повного випаровування вологи з крайової зони на ширині 15–25 мм. Після сушіння поверхню протирають чистою сухою тканиною, перевіряючи відсутність вологи, мастильних слідів і темних плям пригорілої органіки. Лише після завершення цієї волого-хімічної підготовки переходять до механічного зняття щільної окалини дробоструминною чи абразивною обробкою, забезпечуючи стабільний доступ металу та рівномірну чистоту перед формуванням зварного шва.

Після обробки якість поверхні перевіряють візуально за еталонами. За потреби контролюють шорсткість. Кромку допускають до подальшої підготовки лише після підтвердження, що поверхня є сухою, рівномірно матовою, без пилу, мастильних залишків та продуктів корозії, а зварювання бажано виконати протягом найближчих 2–4 годин, щоб уникнути повторного окиснення.

Література

1. ДСТУ-НБА.3.1-32:2015. Настанова щодо монтажу та зварювання посудин, що працюють під тиском, при будівництві будівель та споруд / Мінрегіон України. – Київ, 2015.
2. ДСТУ ГОСТ 9.101:2004. Єдина система захисту від корозії та старіння. Основні положення / Держспоживстандарт України. – Київ, 2004.

УДК 631.319.4

**І.В. Вовк, аспірант; В.В. Бойко, аспірант; А.В. Бабій, докт. техн. наук, професор;
А.В. Дем'янчук, здобувач освіти**
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КРИТЕРІЇ РУЙНУВАННЯ СТЕБЕЛ РОСЛИН БИЛОМ МУЛЬЧУВАЧА ПРИ ПІДГОТОВЦІ ПОЛЯ ДО ЗБИРАННЯ

**I. Vovk, postgraduate student; V. Boiko, postgraduate student; A. Babii, Dr., Prof.;
A. Demianchuk, education seeker**

CRITERIA FOR DESTROYING PLANT STEMS WITH A MULCHER WHEN PREPARING THE FIELD FOR HARVESTING

Ефективність збирання просапних культур таких як картопля в значній мірі залежить від підготовки поля. Видалення бадилля картоплі та стебел бур'янів значно впливають на подальший процес підкопування та сепарації коренебульбоплодів. Одним з

найефективніших способів очищення картопляної грядки є застосування мульчувачів, робочі органи яких «зайву» рослинність подрібнюють на дрібні частинки, які швидко пересихають та не чинять негативного впливу при збиранні основної культури.

Щоб забезпечити ефективну роботу такого ротаційного робочого органу, ще на стадії його проектування потрібно закласти можливість, а в процесі експлуатації забезпечити потрібний кінематичний режим роботи. Це пов'язано з тим, що робочі органи мульчувача – била працюють за принципом безпідпільного зрізу. Цей чинник вказує на те, щоб такий процес міг відбуватися з мінімальними енергетичними затратами, потрібно розуміти механізм руйнування стебла при такій взаємодії.

У загальному випадку можна виділити такі основні критерії руйнування стебла рослини від дії бильного робочого органу: критерій згинального руйнування; критерій зсувного (зрізуючого) руйнування; критерій ударного руйнування (енергетичний); критерій тріщиноутворення (енергетико-фрактурний); інтегральний критерій комбінованого руйнування.

Якщо розглядати руйнування стебла рослини за критерієм згинального руйнування, то при дії бильного робочого органу останній повинен створити у стеблі рослини такі згинальні напруження, при яких є перевищення межі міцності матеріалу стебла на розтяг

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{W} \geq \sigma_{кр}, \quad (1)$$

де M – згинальний момент; W – момент опору перерізу стебла;

$\sigma_{кр}$ – критичне напруження або границя міцності рослинного матеріалу.

Момент, що створюється силою взаємодії била зі стеблом, має ненульове плече. Природа утворення такого моменту є певним чином складною. Механізму виникнення такого моменту ми тут не наводимо, лише констатуємо, що при виникненні вказаного моменту у стеблі рослини від його дії виникають критичні напруження, які руйнують його.

Розглядаючи другий критерій, його фізичний зміст полягає в тому, що робоча кромка била має відповідну геометрію і це дозволяє їй чинити локальну дію, при якій виникають критичні зсувні напруження.

Умова руйнування матиме вигляд

$$F_p = \tau_{кр} A, \quad (2)$$

де F_p – сила різання; $\tau_{кр}$ – критичне напруження зсуву; A – площа зрізу (локальна зона контакту), її наближено визначають як добуток товщини леза била на діаметр рослини.

Цей критерій умовно діє в тому випадку, якщо робоча кромка била є гострою або з малим радіусом заокруглення, а швидкість взаємодії є відносно невеликою.

Критерій ударної взаємодії характеризується наступними чинниками. Руйнування стебла відбувається в тому випадку, коли било йому передає певну кількість енергії за дуже короткий час і ця енергія перевищує роботу, яка затрачається на руйнування даного рослинного матеріалу.

Умову такого руйнування можна записати наступним чином

$$W_{уд} = \frac{1}{2} m_{эф} \mathcal{G}^2 \geq W_{кр}, \quad (3)$$

де $m_{эф}$ – ефективна маса била; $\mathcal{G}$ – лінійна швидкість била; $W_{кр}$ – критична робота руйнування стебла.

Для реалізації руйнування стебел за цим критерієм має бути висока швидкість взаємодії та короткочасний удар (імпульс сили). Найкраще підходить для крихких рослинних матеріалів.

За критерієм тріщиноутворення фізика процесу наступна. При взаємодії робочого органу з рослиною у стеблі виникає тріщина. Її розвиток визначається співвідношенням між енергією деформації та критичною енергією руйнування матеріалу. Умова

руйнування за Гріффітсом

$$G \geq G_c, \quad (4)$$

де G – енерговиділення при зростанні тріщини;

G_c – критичний показник тріщиностійкості.

$$G = \frac{\sigma^2 \pi a}{E}, \quad (5)$$

де a – половина довжини тріщини; E – модуль пружності.

Цей процес характерний для товстостебельних рослин при досягненні межі згинальної міцності. Також тут характерним є багаторазова дія робочих органів.

На практиці жодний із наведених критеріїв не застосовується у чистому вигляді на ділянці поля, де виконують підготовку до збирання, видаляючи рослинні рештки. Тому варто застосовувати інтегральний критерій комбінованого руйнування. Математичний вираз цього критерію можна представити наступним чином

$$k_1 \frac{M}{W \sigma_{кр}} + k_2 \frac{F_p}{\tau_{кр} A} + k_3 \frac{W_{уд}}{W_{кр}} \geq 1, \quad (6)$$

де k_1, k_2, k_3 – вагові коефіцієнти, що враховують домінування певного механізму руйнування.

Підходячи найбільш критично, наприклад за енергетичним критерієм, визначають мінімальну частоту обертання ротаційного робочого органу для надійного подрібнення рослинних решток.

Література

1. Вовк І.В., Бабій А.В., Малевич Н.Ю., Новацький П.І. Обґрунтування частоти обертання вала ротаційного робочого органу. *Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XIII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2024. С.80-81.*

2. Бабій А., Вовк І., Гладь Ю. Багатофункціональний ротаційний робочий орган. *Інновації в агропромисловому комплексі, машинобудуванні та транспорті: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, м. Рівне, 9-10 квітня 2025 року. Рівне: НУВГП, 2025. С.6-8.*

3. Вовк І.В., Бабій А.В. Обґрунтування доцільності у проектуванні багатофункціонального ротаційного робочого органу. *Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. С.96-97.*

УДК 621.91

С.Я. Волинець, С.С. Кирик, Д.Р. Тхорик

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ОТВОРІВ

S.Ya. Volynets, S.S. Kyryk, D.R. Thoryk

THE STUDY OF THE CUTTING TOOL DEFORMATION FOR HOLES MACHINING

В результаті літературного аналізу [1, 2], експериментальних досліджень визначено, що жорсткість, конструкція, величини деформації при зовнішньому силовому навантаженні на різучу пластину розточної оправки мають значний вплив на якість обробленого отвору, зокрема на точність та шорсткість обробленої поверхні. Одним із