

УДК 624.132.002:51.001.24

Зоря Р. В., аспірант, Кравець С. В., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ НА ПРОЦЕС РІЗАННЯ ҐРУНТІВ

В статті викладені теоретичні дослідження впливу швидкості на процес глибокого різання ґрунтів. Огляд попередніх досліджень дав змогу чітко окреслити їхні недоліки та встановити напрям подальших досліджень.

Ключові слова: ґрунт, розпушення, робоча швидкість, різання, деформація, опір, тертя.

В зв'язку з тенденцією збільшення робочих швидкостей землерийних машин, особливо з розширенням області застосування машин безперервного циклу, виникла задача більш детального дослідження впливу швидкості на процеси різання ґрунту. На даний момент уже проведено багато досліджень та запропоновано певні формули і залежності для врахування впливу швидкості. Але вони мають суттєві недоліки: включають дослідні коефіцієнти, що не дозволяють провести розрахунок без проведення попередніх експериментів або лежать у дуже широких межах (коефіцієнт динамічної в'язкості); не враховані певні величини, без яких точний аналіз провести неможливо; надто громіздкі та складні обрахунки. Проведемо аналіз цих праць.

Більшість дослідників проводили експериментальні дослідження, включаючи В.П. Горячкіна [1; 2; 3], і вважають, що збільшення тягового опору при збільшенні швидкості зумовлено кінетичною енергією пласта, що відкидається. В.П. Горячкін висказав думку про можливий вплив швидкості на деформацію ґрунтового пласту. З його дослідів слідує, що зміна швидкості від 0,4 до 2 м/с супроводжується зміною сили тяги плуга на 11,5-12%.

А.Д. Далін [4] у досліді з ґрунтообробними фрезами встановив, що в інтервалі швидкості різання від 1,5 до 11 м/с збільшення швидкості на 1 м/с викликає збільшення опору різанню приблизно на 14% відносно до опору ґрунту при швидкості 1,5 м/с. В той час як J. Rathje [5], під час проведення дослідів по різанню піску, не виявив зміни сил різання в межах змін швидкості від 0,05 до 0,3 м/с.

А.Д. Прялков встановив, що опір різанню мерзлого ґрунту збільшується на 30% при збільшенні швидкості різання від 1,5 до 4,25 м/с.

А.І. Сургучев виявив, що питомий опір ґрунту виростає в 2-5 разів в інтервалі швидкості різання від 0 до 12 м/с. І.З. Багіров [6] вказав, що зі збільшенням швидкості різання висота підйому по робочій площині клину, що зсувається, і зміщення пласта в більшій мірі зростає і, як наслідок, зростає сила опору переміщенню.

Ф.А. Мамедов [7] провів ряд експериментальних дослідів на типовому сіроземі з щільністю $1,1-1,4 \text{ г/см}^3$ зі швидкістю від 0,3 до 2 м/с і зауважив, що при незмінній глибині обробки збільшення швидкості призводить до значного збільшення тягового опору. Наприклад, при глибині $h=0,3 \text{ м}$ тяговий опір при швидкості 1,3 м/с складав 22,5 кН, а при 1,85 м/с – до 29,3 кН, тобто зріс приблизно на 30%.

При проведенні моделювання процесу деформування ґрунту в середовищі FlowVision, А.А. Гафаров [8; 9] також вводить змінну величину швидкості, досліджуючи тим самим її вплив на силу опору різання. Дослід проводиться при максимальній швидкості 2,0 м/с, і це дало змогу показати, що сила опору різання при максимальній швидкості більша від першопочаткової (0,35 м/с) приблизно на 30%.

Филяков А.Б. зробив першу спробу врахувати вплив швидкості на процес зачерпування сипучих матеріалів. Встановивши цей вплив, автор пропонує вести розрахунок сил опору з врахуванням швидкості зачерпування і на цій основі проводить уточнення існуючих аналітичних методів розрахунків грейферів [10]. Також, провівши ряд експериментів при швидкостях 0,1-2,25 м/с, А.Б. Филяков дійшов висновку, що вплив швидкості деформатора (в даному випадку – ножа) на нормальну напругу $\sigma(h)$ є значною і її необхідно враховувати.

Н.Г. Домбровський [2] висказав думку, що у однокішневих екскаваторів зміна швидкості ковша в межах від 0,4 до 1,0 м/с дає коливання питомого опору на 3-6%.

Г.І. Кліюпа [11] отримав, що під час різання важкого пилюватого суглинку ножовою рамкою з кутом різання у поперечного ножа 40° збільшення швидкості від 0,59 до 2,8 м/с супроводжується зростанням сили на 10%. На вологому суглинку при збільшенні швидкості від 1 до 8 м/с сила різання збільшилась на 33%. При куті різання 55° збільшення швидкості різання того ж ґрунту від 1 до 7 м/с викликало збільшення сили різання на 78%. Для розрізаючого ножа збільшення швидкості різання від 1 до 7 м/с супроводжувалося ростом сили різання на 40%.

Серія дослідів з ножом на маятнику [12], проведених на глині і замерзлому вугіллі показала, що в межах зміни швидкості різання від 2,0 до 5,5 м/с суттєво зростає опір різанню. Після цього верхня межа дослідної зміни швидкості було піднята до 12 м/с і, як виянилось, опір ґрунту має характер прискорено зростаючої функції, збільшуючись у

5-6 разів у порівнянні з опором різанню при швидкості близькій до нуля.

Перші спроби виразити залежності опору ґрунту від швидкості різання зробив В.П. Горячкін [2]. Він запропонував силу опору плуга визначати з трьох складових: сили опору тертя на дні борозни, сили опору деформуванню зрізаного пласта ґрунту і сили опору переміщенню цього пласта, де і враховує швидкість плуга:

$$P = fG + kab + \varepsilon abV^2, \quad (1)$$

де

$$f = \frac{f'}{\cos \Theta + f' \sin \Theta} \quad (2)$$

$$k = \frac{\alpha f' + \beta}{\cos \Theta + f' \sin \Theta} \quad (3)$$

$$\varepsilon = \frac{\delta}{2g(\cos \Theta + f' \sin \Theta)}, \quad (4)$$

де P – сила тяги плуга; Θ – кут нахилу сили P до горизонту; f' – коефіцієнт тертя плуга по ґрунту; G – сила ваги плуга; α, β – коефіцієнти, які характеризують нормальну і дотичну сили опору різання ґрунту; a, b – ширина і товщина зрізу; V – швидкість плуга (швидкість різання); δ – об'ємна вага ґрунту; f – коефіцієнт опору переміщення плуга ($f = 0,25 \dots 0,4$); k – питомий опір різанню ($k = 2 \dots 6 \cdot 10^4$ Н/м²); ε – коефіцієнт динамічного опору ($\varepsilon = 0,1 k$).

Відмінність умов роботи плуга, який працює на принципі косо́го клина з обертанням і відкиданням шару ґрунту, не дозволила застосувати формулу Горячкіна В.П. для безпосередніх розрахунків землерийних машин, які працюють переважно на принципі прямого клина з відділенням стружки.

Г.Н. Синеоков [13] запропонував формулу, що враховує параметри клина, фізико-механічні властивості ґрунту і швидкість руху:

$$R_v = ab\gamma_0 \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi} \left[l \cos \alpha + \frac{V^2}{g} \sin \alpha \right] + 0.35ab\sigma_b \tan(\alpha + \varphi) + qh^2(1 + f \tan \alpha), \quad (5)$$

де a, b – ширина і товщина зрізу; γ_0 – об’ємна вага ґрунту; h – глибина сколу ґрунту, α – кут різання; φ – кут зовнішнього тертя ґрунту; l – довжина леза; V – швидкість руху; f – коефіцієнт тертя ґрунту по металу.

У формулі не враховані опір лезу лемеша і сила тертя по дну боро­ни, коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту, а опір задній частині ножа розглянуто у спрощеній схемі.

Н.Д. Устинкін [14] пояснює причину збільшення опору різання дією інерції пласта, що зрізається, та зміною опору деформації ґрунту. При певних швидкостях сила інерції P_i стає сумірною з силою опору різанню P_0 , наприклад, для суглинку при швидкості різання 3 м/с $P_i=30,7\%$ від P_0 . Для визначення дотичної складової опору ґрунту різанню він запропонував наступну формулу:

$$P_p = P_0 + k_v^{\partial} + \frac{\gamma_0}{g} k_{\delta} k_{\zeta} \left[bh + k_{\delta}^2 h^2 \cot \left(\gamma_1 + \frac{1}{2} v V_p \right) \right] V_p^2, \quad (6)$$

де P_0 – дотична складова опору різання при швидкості V_p , близькій до нуля; k_v^{∂} – коефіцієнт впливу швидкості на опір деформування; γ_0 – об’ємна сила тяжіння ґрунту, k_{δ} – коефіцієнт глибини бокових розширень прорізу; γ_1 – кут нахилу поверхні бокового розширення до площини різання при швидкості, близькій до нуля; k_{ζ} – коефіцієнт, який враховує зміну тиску на ніж від зміщення елемента стружки, яке проходить в результаті дії сили інерції зрізаного ґрунту; V – дослідний коефіцієнт впливу швидкості на кут розширення прорізу. Своїми дослідями Устинкін показав, що збільшення швидкості різання від 1 до 5 м/с супроводжується ростом опору суглинку на 81,8%.

Для плоского клину П.В. Цеханович [15] наводить наступну формулу:

$$P = k_n l \sin \Theta (\sin \Theta + f \cos \Theta) + Sh \gamma_0 \left(\begin{array}{l} \sin^2 \alpha + \\ + f \cos \alpha \sin \alpha \end{array} \right) + \frac{bh \gamma_0}{g} V^2, \quad (7)$$

де k_n – опір руйнуванню ґрунту ножом, кг/см; l – довжина леза; f – коефіцієнт тертя «ґрунт – сталь»; α – кут різання; V – швидкість руху; S – площа лемеша; h – товщина пласта; b – ширина зрізу; γ_0 – об’ємна вага ґрунту; Θ – кут між траєкторією ножа і переважним напрямком руху шматків ґрунту, що відділяються ($\Theta = \pi/4 - \delta/2$).

Ця формула має наступні недоліки: сила вираховується без врахування кутів встановлення лемеша, не враховується опір при відриванні пласта від основної маси ґрунту, та сил тертя на нижній кромці леза по дну борони.

Також для плоского клину свою формулу запропонував Хвиля К.С. [16]:

$$P = \frac{1}{\cos^2 \varphi} \left[abH\gamma_0 \beta V^m \sin(\alpha + 2\varphi) \cot \alpha \right] + \frac{1}{\cos^2 \varphi} \left[ka^2 b \sigma V^m \sin(\alpha + 2\varphi) \tan \frac{\alpha}{2} \right], \quad (8)$$

де H – висота підйому пласта; a, b – ширина і товщина зрізу; β, σ – коефіцієнти пропорційності; γ_0 – об’ємна вага ґрунту; α – кут різання; φ – кут зовнішнього тертя ґрунту; k – коефіцієнт, що характеризує ґрунт.

Дана формула не враховує зовнішнього і внутрішнього тертя ґрунту, його зчеплення, сил тертя леза ножа по дну борони.

Р.М. Галлямов [17] у формулі для визначення тягового опору вводить складову, що враховує швидкість руху самого клина:

$$F_{V1} = \frac{1}{g} \gamma_1 a_1 b_1 V^2 \cos \psi_1 \left(1 - i_{\max} \left[\cos \psi_1 + f_1 \sin(\alpha_1 + \psi_1) \cos \alpha_1 \right] \right), \quad (9)$$

де i_{\max} – коефіцієнт максимальної щільності ґрунту в безпосередній близькості від навантаженої поверхні клина; f_1 – коефіцієнт тертя ґрунту по сталі; a_1 – глибина ходу клина; b_1 – ширина клина; ψ_1 – кут внутрішнього тертя ґрунту; γ_1 – питома вага ґрунту. Проте чіткого пояснення вибору саме такої формули автор не дає, окрім того, сама формула не враховує всіх необхідних параметрів.

Данилевич Д.В. [18], розглядаючи модель активного впливу ножа бульдозера на ґрунт, враховує властивості ґрунту та робочу швидкість, і вводить певні експериментальні коефіцієнти. Окрім цього, Данилевич застосовує коефіцієнт динамічної в'язкості ґрунту, а, оскільки межі цього коефіцієнту є надзвичайно великими (10^9 - 10^{16} Па·с), то і визначати цей коефіцієнт потрібно для кожного ґрунту окремо. Кованько В.В. [19], провівши аналіз взаємодії підземно-рухомих пристроїв з ґрунтом, встановив, що нормальний тиск ґрунту на носову частину ПРП, який визначає силу її опору, залежить від величини його поперечної деформації, кута нахилу її поверхні до напрямку переміщення, коефіцієнту тертя ґрунту об метал та швидкості пересування вперед носової частини.

На думку Ветрова Ю.О. [20], опір ґрунту зі збільшенням швидкості різання збільшується не тільки в результаті затрат енергії на передачу руху шматкам ґрунту, що відділяються, але і через фізичні фактори, основним критерієм яких прийнято вважати швидкість руйнування. Для практичного визначення впливу швидкості різання запропонована формула:

$$P_V = K_V P + \Delta P_{кин}, \quad (10)$$

де K_V – дослідний коефіцієнт, який враховує вплив швидкості різання; P – сила різання при швидкості, близькій до нуля; $\Delta P_{кин}$ – додаткова сила для передачі руху ґрунту, що відкидається:

$$\Delta P_{кин} = \frac{F_{cp} V_{об} V^2}{\sin q} \frac{\sin \delta \cos \Theta}{\sin(\delta + \Theta)}, \quad (11)$$

де F_{cp} – площа зрізу; $V_{об}$ – сила тяжіння ґрунту; δ – кут різання; V – швидкість різання; q – кут різання; Θ – кут між траєкторією ножа і переважним напрямком руху шматків ґрунту, що відділяються ($\Theta = \pi/4 - \delta/2$).

У всіх дослідах сила різання збільшувалася зі збільшенням швидкості різання. Така закономірність відбувається завдяки умовам механіки процесу та фізичним причинам. Вплив фізичних факторів можна пояснити немиттєвим деформуванням ґрунтів під навантаженням. Завдяки пористості, трьохфазній будові і складній природі сил щеплення деформації ґрунту після прикладання навантаження протікають шляхом поступового в часі процесу, в результаті чого руйнування ґрунту протікає з певною кінцевою швидкістю.

Всі вищенаведені дослідження ґрунтуються на експериментальних коефіцієнтах або коефіцієнтах динамічної в'язкості, які необхідно визначати для кожного окремого випадку, що потребує великих затрат матеріальних і трудових ресурсів, а також часу.

Для визначення сили різання з урахуванням швидкості різання В.П. Станевський [21] запропонував формулу, базується на загальновідомих даних про ґрунти. Вона враховує коефіцієнти зовнішнього та внутрішнього тертя ґрунту, та його об'ємну силу тяжіння:

$$P = m_V \left[P_0 + \gamma_{об} F_{сп} V^2 \frac{\sin \delta \cos \Theta}{\sin(\delta + \Theta)} \right], \quad (12)$$

де коефіцієнт впливу швидкості різання

$$m_V = 1 + \frac{V}{V_{кр}}, \quad (13)$$

критична швидкість різання

$$V_{кр} = \frac{2}{3} \sigma \sqrt{\frac{(1-\mu)^2(1-\mu^2)}{(1-2\mu)E\gamma_{об}}} \frac{\sin(\delta + \Theta)}{\sin \delta}, \quad (14)$$

де $\gamma_{об}$ – об'ємна вага ґрунту; μ – коефіцієнт відносної поперечної деформації, аналогічний коефіцієнту Пуансона; σ – міцність ґрунту на стиск; P_0 – сила різання при швидкості, близькій до нуля; δ – кут різання; $F_{сп}$ – площа зрізу; Θ – кут між траєкторією ножа та напрямком руху відділених частинок ґрунту.

По дослідом В.П. Станевського, в інтервалі швидкості різання від 0 до 10 м/с опір різанню гострими ножами суглинку і сірої глини збільшується при різних відношеннях зрізу в 4-6 разів.

Всі ці попередні дослідження проводились для виявлення впливу швидкості на силу різання. Вплив швидкості на критичну глибину різання, енергоємність процесу, а також безпосередньо на параметри ґрунторозробних органів вивчений недостатньо.

На даний момент найбільш детально розглянув ці питання С.В. Кравець [22]. Встановлено, що при малій швидкості прикладання навантаження швидкість руйнування (відділення від масиву частин ґрунту) більша від швидкості різання. Тому ніж своєю верхньою частиною стикається з ґрунтом, що вже встиг відділитися від основного

масиву. Якщо швидкість прикладання навантаження більша від швидкості руйнування ґрунту, то ніж проходить через суцільне, незруйноване ґрунтове середовище, або зруйноване частково, при цьому долаючи набагато більший опір, ніж при повільному різанні. В таких умовах відбувається крихке руйнування з інтенсивним подрібненням і відкиданням відділених кусків ґрунту. Цей процес, витягання ґрунту на денну поверхню з одночасним його відкиданням, призводить до збільшення критичної глибини.

Запропоновано закон розподілу нормального тиску ґрунту на ніж по глибині представити у вигляді [22]:

$$q(h, v) = \left(1 + \frac{g}{g_{kp}} \right) \left[\begin{array}{l} q_0 + \frac{q_{kp} - q_0}{h_{kp}} \cdot h + \gamma_{zp} \left(1 + \frac{h}{b_c} \cdot ctg \gamma \right) \cdot \\ \frac{\cos \psi \cdot \cos \varphi \cdot \sin^2 \alpha_p}{\sin(\alpha_p + \psi) \cdot \sin(\alpha_p + \varphi)} \cdot g^2 \end{array} \right], \quad (15)$$

де $q(h, v)$ – нормальний тиск ґрунту на ніж; b_c , h – ширина і поточне значення глибини різання; φ – кут зовнішнього тертя ґрунту; g – швидкість робочого органу; α_p – кут різання ножа; γ – кут бічного сколювання ґрунту у вертикальній площині; g_{kp} – критична швидкість різання (при цьому повинна виконуватися умова $g < g_{kp}$).

За цим законом можна визначити глибини сколювання ґрунту для блокованого різання у верхньому і в наступних нижніх ярусах [23]:

$$h_{c1} = \frac{\left\{ \left(1 + \frac{g}{g_{kp}} \right) \left[\begin{array}{l} q_0 + \frac{q_{kp} - q_0}{2} \cdot k_{nep} + \\ \gamma_{zp} \cdot \cos \psi \cdot \cos \varphi \cdot \sin^2 \alpha_p \cdot g^2 \\ g \cdot \sin(\alpha_p + \psi) \cdot \sin(\alpha_p + \varphi) \end{array} \right] \cdot \frac{\sin(\alpha_p + \varphi + \varphi_0 + \psi)}{\cos \varphi \cdot \cos \varphi_0 \cdot \sin \alpha_p} \cdot \frac{c}{\sin \psi} \right\} b_c}{\left\{ c \cdot \left(ctg \alpha_p + ctg \psi \right) \cdot \left(\frac{\rho}{\sin \psi} + \frac{\cos \delta}{\cos \lambda} \right) - \right.}, \quad (16)$$

$$\left. \left\{ - \left(1 + \frac{g}{g_{kp}} \right) \cdot \frac{\gamma_{zp} \cdot \cos \psi \cdot \cos \varphi \cdot \sin^2 \alpha_p \cdot g^2}{g \cdot \sin(\alpha_p + \psi) \cdot \sin(\alpha_p + \varphi)} \cdot \frac{ctg \gamma}{2} \cdot \frac{\sin(\alpha_p + \varphi + \varphi_0 + \psi)}{\cos \varphi \cdot \cos \varphi_0 \cdot \sin \alpha_p} \right\} \right\}$$

$$h_{c2} = \frac{\left\{ \left(1 + \frac{g}{g_{kp}} \right) \left[q_0 + \frac{q_{kp} - q_0}{2} \cdot k_{nep} + \frac{\gamma_{zp} \cdot \cos\psi \cdot \cos\varphi \cdot \sin^2 \alpha_p \cdot g^2}{g \cdot \sin(\alpha_p + \psi) \cdot \sin(\alpha_p + \varphi)} \right] \cdot \frac{\sin(\alpha_p + \varphi + \varphi_0 + \psi)}{\cos\varphi \cdot \cos\varphi_0 \cdot \sin\alpha_p} - \frac{c}{\sin\psi} \right\} b_c}{\left(ctg\alpha_p + ctg\psi \right) \left[\left(1 + \frac{g}{g_{kp}} \right) \cdot \xi \left(q_0 + \frac{q_{kp} + q_0}{3} \cdot k_{nep} + \frac{\gamma_{zp} \cdot \cos\psi \cdot \cos\varphi \cdot \sin^2 \alpha_p \cdot g^2}{g \cdot \sin(\alpha_p + \psi) \cdot \sin(\alpha_p + \varphi)} \right) \right]}$$

Аналіз розрахункових значень відносної глибини сколювання для грантів показав, що зі збільшенням швидкості робочого органу, яка не повинна перевищувати критичної швидкості, маємо збільшення значень критичної глибини різання, що підтверджується дослідженнями Ветрова Ю.О. [16].

Зараз існує проблема визначення впливу швидкості при комбінованому різанні ґрунту, оскільки без її врахування розрахунок параметрів ножів є неточним, і, як наслідок, не досягається максимально можливий корисний ефект при роботі землерійно-ярусних машин. В подальших дослідженнях необхідно визначити залежність впливу швидкості на критичну глибину при комбінованому різанні з урахуванням усіх можливих факторів, а також удосконалити існуючі методи розрахунку параметрів машин по отриманих залежностях.

1. Домбровский Н. Г. Сопротивление ґрунтов копанью ковшом экскаватора / Н. Г. Домбровский // Механизация строительства. – 1940. – № 7.
2. Домбровский Н. Г. Повышение производительности одноковшовых экскаваторов / Н. Г. Домбровский. – М. : Стройиздат, 1951.
3. Эстрин М. И. Исследование режимов резания ґрунта ножами грейдер-элеваторов / М. И. Эстрин // Строительное и дорожное машиностроение. – 1956. – № 10.
4. Далин А. Д. Роторные ґрунтообрабатывающие и землеройные машины / А. Д. Далин, И. П. Павлов. – М., Машгиз, 1950.
5. Виноградов В. И. Сопротивление рабочих органов плуга и методы снижения энергоемкости пахоты. Автореф. ... док. тех. наук / В. И. Виноградов. – Челябинск, 1969.
6. Багиров И. З. Исследование деформации и сопротивления резанию ґрунта периметром (ножом) на повышенных скоростях / И. З. Багиров // Строительные и дорожные машины. – 1963. – № 6. – С. 25–28.
7. Мамедов Ф. А. Статическая оценка твердости и сопротивления почвы при ее обработке / Ф. А. Мамедов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – № 4. – С. 31.
8. Гафаров А. А. Моделирование рабочих органов почвообрабатывающих машин и анализ их взаимодействия с учетом реологических свойств почвы / А. А. Гафаров // Тракторы и сельхозмашины, 2009. – № 5. – С. 23–26.
9. Гафаров А. А. Повышение технологической устойчивости функционирования сельскохозяйственных машин

в растениеводстве на основе моделирования / А. А. Гафаров // Доклады ТАСХН. – № 1. – Душанбе : НПИ Центр, 2008. **10.** Филяков А. Б. Исследование процесса внедрения деформатора в сыпучую среду с переменной скоростью / А. Б. Филяков // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1981. – № 5. – С. 133–138. **11.** Клиопа Г. И. Влияние скорости на усилие резания грунта / Г. И. Клиопа. – М. : Автотрансиздат, 1958. **12.** Ветров Ю. А. К вопросу об определении сопротивления грунтов резанию / Ю. А. Ветров // Строительное и дорожное машиностроение. – 1957. – № 1. **13.** Синеоков Г. Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г. Н. Синеоков. – М., 1965. **14.** Устинкин Н. Д. Исследование влияния скорости на взаимодействие режущего органа с грунтом. Автореф... канд. техн. наук / Н. Д. Устинкин. – М., 1967. – 26 с. **15.** Цеханович П. В. Исследование работы плоского лемеха картофелеуборочных машин / П. В. Цеханович // Сб. науч. Трудов. Выпуск 2. – Минск, 1959. **16.** Хвьяля К. С. Теория вспашки лемешным плугом. Автореферат диссертации / К. С. Хвьяля. – М., 1962. **17.** Галлямов Р. М. Механика воздействия почвы на рабочие органы / Р. М. Галлямов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – № 11. – С. 34–36. **18.** Данилевич Д. В. Совершенствование технологического процесса взаимодействия рабочих органов землеройных машин с грунтом. Автореф... канд. техн. наук / Д. В. Данилевич. – Орел, 2005. – 154 с. **19.** Кравець С. В. Питання про визначення оптимальної форми робочого органу підземнорухомих пристроїв для влаштування інженерних комунікацій / Кравець С. В., Кованько В. В., Демчик І. І. / Гідромеліоративне і гідротехнічне будівництво: Зб. наук. праць. – Рівне, 2000. – Вип. 25. – С. 135–141. **20.** Ветров Ю. А. Резание грунтов землеройно-транспортными машинами / Ю. А. Ветров. – М. : Машиностроение, 1971. – 357 с. **21.** Станевский В. П. Совершенствование рабочего процесса землеройных машин / В. П. Станевский. – Киев : ВШ, 1984. – 127 с. **22.** Кравець С. В. Вплив швидкості на процес глибокого різання ґрунтів / С. В. Кравець, Р. М. Савін // Збірник наукових праць. Вісник НУВГП. – Вип. 4. – Рівне, 2009.

Рецензент: д.т.н., професор Налобіна О. О. (НУВГП)

Zoria R. V., Post-graduate Student, Kravets S. V., Doctor of Engineering, Professor (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

SPEED IMPACT ON THE PROCESS OF CUTTING SOIL

In the article the theoretical study of the effect of speed on the process of cutting deep soils has been shown. Review of previous studies made it possible to clearly delineate their shortcomings and set the direction for future research.

Keywords: soil, loosening, operating speed , cutting, deformation, resistance, friction.

Зоря Р. В., аспірант, **Кравец С. В.,** д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природопользования, г. Ровно)

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НА ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ ГРУНТА

В статье изложены теоретические исследования влияния скорости на процесс глубокого резки почв. Обзор предыдущих исследований позволил четко определить их недостатки и установить направление дальнейших исследований.

Ключевые слова: почва, разрыхления, рабочая скорость, резки, деформация, сопротивление, трени.
