

УДК 631.348.46

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7263552>

## Робочий орган для передпосівного внесення рідких мінеральних добрив в ґрунт

М.П. Гусаренко <sup>1</sup>, А.М. Пахучий <sup>2</sup>*Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва,  
(м.Харків, Україна)**email: <sup>1</sup> gusarenco453@gmail.com, <sup>2</sup> andreyi09773@gmail.com*

Для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур необхідно створювати найсприятливіші умови для зростання і розвитку рослин і зокрема їх кореневої системи, необхідно створювати оптимальні параметри піднасіневий шару ґрунту, де розвивається коренева система рослин, забезпечується нормальний ріст і розвиток надземної маси. Глибока і потужна коренева система знижує залежність розвитку рослин від погодних умов, що дуже важливо в зонах ризикованого землеробства.

Ущільнення ґрунту згубно діє на рослини, обмежує їх продуктивність зменшуються пори між частинками ґрунту, що містять повітря і воду, і викликає його ущільнення зовнішній тиск тракторами і знаряддям для обробітки руйнує пори, коріння не може як слід розростатися в такому ґрунті, і рослини не одержують потрібну кількість поживних речовин, необхідних для їх максимального росту.

Чисельним дослідженням встановлено, що надмірна рихлість і щільність піднасіневий шару, як правило, обмежує проникнення рослин вглиб ґрунту. Поверхневий їх розвиток вкрай небажано, тому що приводить до погіршення постачання рослин вологою і живильними речовинами та негативно позначається на продуктивності рослин.

При внесенні в щільні шари ґрунту рідких добрив (аміачна вода, КАС) в розрахунку піднасіневий 0-40 кг діючої речовини по азоту ріст кореневої системи вглиб ґрунту, істотно посилюється.

Існуючі робочі органи для внесення рідких мінеральних добрив в ґрунт цю задачу на належному рівні виконати не можуть. Під впливом відомих плоских клінів відбувається деформація ґрунту, яка завжди перевищує допустимі межі для піднасіневий шару. Задовольнити пропонованим вимогам глибокого внесення рідких добрив без істотного зниження щільності складення ґрунту перед посівом може робочий орган у вигляді троса діаметром у поперечному перерізі 0,008 м.

**Ключові слова:** робочий орган, рідкі мінеральні добрива, ґрунт, щільність, коренева система.

**Постановка проблеми.** Кризовий стан в економіці останнім часом привів до значного зменшення виробництва мінеральних добрив, хоча потреба в них оцінюється у 8-9 млн. т на рік.

Усі органічні і мінеральні добрива краще вносити з осені під основний обробіток ґрунту. Переваги цього способу те що добрива заробляються в ґрунт на глибину розвитку кореневої системи рослин. Потім ґрунт осідає щільність його відповідає параметрам піднасіневий шару ґрунту. Досвід останніх років свідчить що через нестачу органіки у технологіях вирощування зернових культур, в більшості застосовують лише мінеральні добрива, причому більшу частину запланованої норми добрив вносять тракторними розкидачами та загортають у ґрунт.

На сьогодні господарства використовують як рідкі так і тверді (гранульовані) мінеральні добрива. Як відомо виготовлення гранульованих мінеральних добрив зокрема аміачної селітри є досить енергоємним та дорогим процесом що тісно пов'язаний з великими витратами природного газу [піднасіневий,3].

Більш доцільним з точки зору ефективності дії та економічних показників є застосування рідких мінеральних добрив (аміачної вода КАС). В Українському науково-дослідному інституті ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського дослідним шляхом було доведено можливість посилення росту коренів на глибину кореневого шару за допомогою внесення азотних добрив. При внесенні в щільні шари ґрунту рідких добрив (аміачна вода, КАС) в розрахунку піднасіневий 0-40 кг діючої речовини по азоту ріст кореневої системи вглиб ґрунту, істотно посилюється [1, піднасіневий].

Аміачна вода висоефективне рідке мінеральне добриво при внесенні у ґрунт можна використовувати під всі сільськогосподарські культури на глибину 10-15 см., а на ґрунтах легкого механічного на всю глибину одного шару. З огляду на те що азотні добрива рухливі в ґрунті, їх необхідно вносити не задовго до посіву сільськогосподарських культур, щоб уникнути втрат азоту та забруднення навколишнього середовища.

Перед сівбою зернових та просапних культур аміачну воду необхідно машинами з більш

вужчим розміщенням робочих органів, а бо в середині міжрядь.

Завдяки миттєвому засвоєванню рослинами водорозчинного азоту аміачна вода є ефективним рідким добривом. Разом з цим аміачна вода сприяє знищенню шкідників. На полях для внесення рідких мінеральних добрив використовують машини які готують ґрунт під посів (культивация) та вносять рідкі мінеральні добрива. На такому агрегаті встановлено технологічні ємності для добрив та робоче обладнання яке подає через систему патрубків до лап культиваторів та розподіляє його на потрібній глибині.

Але робочі органи цих машин не здатні забезпечити перед сівбою оптимальну щільність ґрунту. Під впливом плоских клинів відбувається деформація ґрунту, яка завжди перевищує допустимі межі для піднасіинневого шару[3].

Задовольнити пропонованим вимогами глибокого внесення рідких добрив без істотного зниження щільності складення ґрунту, перед посівом може робочий орган з у вигляді троса діаметром у поперечному перерізі 0,008 м.

**Аналіз останніх досліджень.** На сьогодні використовується багато машин для внесення рідких мінеральних добрив завезених і виготовлених в Україні. Ці моделі машин мають робочі органи для внесення рідких добрив в ґрунт. Так як вертикальні ножі стрілочаті лати, дискові та роторні пристрої.

Вертикальні ножі та плоскі диски забезпечують внесення та заробку рідких мінеральних добрив на різну глибину суцільною стрічною невеликої ширини. Такий робочий орган розпушує ґрунт, та немає можливості внести добрива на всю ширину захвату машини.

Широко використовують для внесення добрив стрілочаті лапи з розташуванням направляючих пристроїв під лезами лап для розподілу рідких добрив по ширині захвату лап. Вони не погано забезпечують рівномірність розподілу рідких добрив по ширині захвату машини. Але такі робочі органи дуже сильно розпушують піднасіинневий шар ґрунту особливо при внесенні добрив на глибину до 30 см, що необхідно для збільшення росту кореневої системи рослин на глибину.

Розроблено багато машин для внесення рідких мінеральних добрив с роторними робочими органами. Роторні робочі органи мають диск на яких установлені ігольчаті інжекторні трубки. Коли агрегат рухається під дією ваги диски обертаються, а ігольчаті інжектори входять в ґрунт та вносять рідкі добрива. Слід звернути увагу що роторні робочі органи забезпечують внесення рідких мінеральних добрив з мінеральним розпушенням ґрунту але такі машини не мають можливості суцільного внесення добрив по ходу руху та ширині захвату машини, а також вносити добрива

на не велику глибину. Це зменшує їх використання для внесення добрив з метою збільшення росту кореневої систем рослин на глибину.

Також такі машини мають складну конструкцію будови робочих органів та їх приводу в дію, невелику продуктивність при виконанні технологічного процесу.

В результаті аналізу технологічних засобів технологічного процесу внесення рідких мінеральних добрив на глибину до 30 см у ґрунт можна зробити висновок, що різні типи робочих органів забезпечують внесення рідких мінеральних добрив у ґрунт на різну глибину. Але вони мають недолік не забезпечують локальне внесення добрив на глибину до 0,3 м без значного розпушування ґрунту, це не відповідає вимогам по внесенню рідких мінеральних добрив у ґрунт для прискорення росту кореневої системи рослин на глибину.

**Формулювання цілей статі (постановка завдання).** Вдосконалення робочого органу заробки рідких мінеральних добрив у піднасіинневі шари ґрунту для посилення росту кореневої системи рослин в глибину.

**Основна частина.** У Харківському НАУ ім. В.В. Докучаєва на кафедрі технічного забезпечення агропромислового виробництва розроблений робочий орган для глибокого внутрішньо-ґрунтового внесення рідких мінеральних добрив. Конструкція якого передбачає собою горизонтальний ніж з мінімальними геометричними розмірами площі поперечного перерізу. Ніж, який має криволінійну форму кріпиться до вертикальних ножеподібних стійок. Ззаду його розташовується роздільна трубка для подачі мінеральних добрив в ґрунт.

Зі зменшенням площі поперечного перерізу ножа знижується ступінь його впливу на ґрунт. Тому такий робочий орган дозволяє вносити рідкі добрива на глибину 0,2-0,3 м, забезпечує підтримку щільності складення ґрунту в піднасіинневному шарі в межах 1,1-1,2 піднасіинневий г/см<sup>3</sup>. Так як горизонтальний ніж має невеликі геометричні параметри то надійність роботи не забезпечується. Для підвищення надійності роботи горизонтального ножа потрібно зменшувати відстань між стійками до яких кріпиться ніж та збільшити геометричні параметри поперечного перерізу. Але це приводить до розпушування ґрунту що незадовільняє вимогам глибокого внесення рідких добрив без істотно зниження щільності складення ґрунту перед посівом

Ще меншу дію на ґрунт робить наступний робочий орган на базі машини для внесення рідких мінеральних добрив типу ПЖУ. Було розроблено конструкцію агрегату з експериментальними робочими органами. Вони мають вертикальні ножеподібні стійки до них кріпиться трос діаметром 0,008 м до яких підведена комунікація трубок, для подачі рідких мінеральних добрив рисунк 1.



Рис. 1. Загальний вигляд робочого органу

Польовий дослід проводили на дослідному полі ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Ґрунту в сівозміні на який закладалися польові дослідні чорнозем типовий слабо змитий мало гумусний важко-суглинковий на карбонатному плесі. Рельєф поля, на якому розташовувались дослідні ділянки має рівне водорозділове плато із слабо пологим ухилом. Ґрунтові води залягають на глибині 16 м і на водний режим рослин в зоні розташування основної маси кореневої системи впливу не мають щільність ґрунту в зоні піднасіневий 20-30 см складає 1,22 г/см<sup>3</sup>. Коли стійки рухаються на заданій глибині трос нарізає горизонтальний канал в ґрунті, куди потрапляють мінеральні добрива. Після проходу агрегату замірювали щільність ґрунту, на глибину піднасіневий 0,2 - 0,3 м вона склала у середньому 1,2 г/см<sup>3</sup>. Оптимальна щільність ґрунту в піднасіневому шару змінюється не значно за рахунок малої площі поперечного розрізу троса. Завдяки цьому рослина може отримувати елементи живлення коли це їй особливо необхідно в період активного росту. Це також сприяє формуванні в рослини могутньої кореневої системи.

Проведенні нами теоретичні та експлуатаційні дослідження дозволили обґрунтувати основні параметри, робочого органу, які забезпечують необхідні характеристики міцності, дають зниження щільності ґрунту в допустимих агротехнікою межах і дозволяють рівномірно розподілити рідкі мінеральні добрива в ґрунті.

При допущенні, що навантаження на трос рівномірне по ширині захвату і аналогічна навантаженню на дроти ліній електропередач, приймаємо форму згину тросу у вигляді параболи. Тоді суміщення усіх точок тросу за напрямком руху приймаємо:

$$y = ax^{\text{піднасіневий}}, \quad (1)$$

при цьому

$$ds = \sqrt{dx^{\text{піднасіневий}} + dy^{\text{піднасіневий}}} \quad (2)$$

або після заміни

$$ds = \sqrt{1 + (2ax)^2} dx; \quad (3)$$

В результаті маємо рівняння:

$$ds = 2a \sqrt{\frac{1}{4a^2} + x^2} dx; \quad (4)$$

Після інтегрування рівняння (4) маємо:

$$S = a \left[ x \sqrt{\frac{1}{4a^2} + x^2} + 4a^2 \ln \left( x + \sqrt{\frac{1}{4a^2} + x^2} \right) \right] + C; \quad (5)$$

де  $S$  – довжина троса.

При однаковій кординаті  $y$  та відстані  $L$  між точками кріплення довжина тросу  $S$  визначається за формулою:

$$S = 2a \left[ L \sqrt{\frac{1}{4a^2} + 0,25L^2} + 4a^2 \ln \left( \frac{0,5L + \sqrt{\frac{1}{4a^2} + 0,25L^2}}{-0,5L + \sqrt{\frac{1}{4a^2} + 0,25L^2}} \right) \right] \quad (6)$$

де  $L$  – відстань між точками кріплення троса.

Обов'язковою умовою  $S > L$ .

**Висновки.** Для посилення росту коренів на глибину кореневого шару рекомендується внесення рідких азотних добрив в ґрунт перед посівом на глибину до 0,3 м.

Для глибокого передпосівного внесення рідких мінеральних добрив у ґрунт можна використовувати трос з мінімальними геометричними розмірами площі поперечного перерізу.

Він зменшує ступінь впливу на ґрунт та забезпечує щільність ґрунту в піднасіневому шарі в межах 1,1...1, піднасіневий г/см<sup>3</sup>.

#### Література:

1. Медведев В.В. Теоретические и прикладные основы оптимизации физических свойств черноземов: дис. ... д-ра с.-г. наук. Харьков, 1981. 483 с.
2. Гусаренко Н.П., Пащенко В.Ф., Корниенко С.И. Теория воздействия рабочих органов орудий на почву. Монография. ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Харків: ХНАУ, 2013. 89 с.
3. Василенко В. Тверді та рідкі мінеральні добрива: переваги за рідкими. Агроном. 2011. URL: <https://www.agronom.com.ua/tverdi-ta-ridki-mineralni-dobryva-perevagu-za-ridkymu/> (дата звернення: 24.03.21).
4. Слободюк В.Я., Гусаренко М.П., Линдина Т.Е. Робочий орган для внесення жидких минеральных удобрений. Сборник научных трудов МИСП: Москва, 1986. С.50-53.
5. Пащенко В.Ф. Моделирование взаимодействия с почвой рабочих органов сельскохозяйст-

венных машин и орудий: монография. Харьков: Харьк. гос. аграр. ун-т им. В.В. Докучаева, 1994. 134 с.

#### References:

1. Medvedev, V.V. (1981) Theoretical and applied principles of optimization of the physical properties of chernozems: dissert. PhD of agricultural sciences. Kharkov, p.483.
2. Gusarenko, N.P., Pashchenko, V.F. and Kornienko, S.I. (2013) The theory of the impact of the working bodies of tools on the soil. Kharkov: Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev, p.89.

3. Vasilenko, V. (2011) 'Solid and liquid mineral fertilizers: advantages over liquid', Agronomist. Available at: <https://www.agronom.com.ua/tverdi-taridki-mineralni-dobryva-perevagy-za-ridkymy/> (Accessed: 24 march 2021).

4. Slobodyuk, V.Ya., Gusarenko, M.P. and Lindina, T.E. (1986) Working body for applying liquid mineral fertilizers. Collection of scientific papers of the MISP, Moscow, pp.50-53.

5. Pashchenko, V.F. (1994) Modeling the interaction with the soil of the working bodies of agricultural machines and implements. Kharkov: Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev, p.134.

#### Аннотация

### Рабочий орган для предпосевного внесения жидких минеральных удобрений в почву

Н.П. Гусаренко, А.Н. Пахучий

Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо создавать наиболее благоприятные условия для роста и развития растений и в частности их корневой системы, необходимо создавать оптимальные параметры подсеменного слоя почвы, где развивается корневая система растений, обеспечивается нормальный рост и развитие надземной массы. Глубокая и мощная корневая система снижает зависимость развития растений от погодных условий, что очень важно в зонах рискованного земледелия.

Уплотнение почвы губительно действует на растения, ограничивает их производительность уменьшаются поры между частицами почвы, содержащие воздух и воду, и вызывает его уплотнения внешнее давление тракторами и орудием для обработки разрушает время, корни не может как следует разрастаться в такой почве, и растения не получают нужное количество растительных веществ, необходимых для их максимального роста.

Многочисленным исследованиям установлено, что чрезмерная рыхлость и плотность под семенного слоя, как правило, ограничивает проникновение растений вглубь земли. Поверхностный их развитие крайне нежелательно, так как приводит к ухудшению снабжения растений влагой и питательными веществами и отрицательно сказывается на продуктивности растений.

При внесении в плотные слои почвы жидких удобрений (аммиачная вода, КАС) в расчете  $0-40$  кг действующего вещества по азоту рост корневой системы вглубь почвы, существенно усиливается.

Существующие рабочие органы для внесения жидких минеральных удобрений в почву эту задачу на должном уровне выполнить не могут. Под влиянием известных плоских клиньев происходит деформация грунта, которая всегда превышает допустимые пределы для подсеменного слоя. Удовлетворить предъявляемым требованиям глубокого внесения жидких удобрений без существенного снижения плотности сложения почвы перед посевом может рабочий орган только с минимальными углами резания и ширины лезвия.

**Ключевые слова:** жидкие минеральные удобрения, почва, плотность, корневая система.

#### Abstract

### Working body for pre-sowing application of liquid mineral fertilizers in the soil

N.P. Gusarenko, A.N. Pakhuchiy

To obtain high yields of crops it is necessary to create the most favorable conditions for growth and development of plants and in particular their root system, it is necessary to create optimal parameters of the subsoil layer of soil, where the root system of plants develops, normal growth and aboveground mass. Deep and strong root system reduces the dependence of plant development on weather conditions, which is very important in areas of risky agriculture.

Soil compaction has a detrimental effect on plants, limits their productivity, reduces pores between soil particles containing air and water, and causes its compaction external pressure by tractors and cultivators

destroys pores, roots can not properly grow in such soil, and plants do not get the right amount of nutrients needed for their maximum growth.

Numerical studies have shown that excessive looseness and density under the seed layer, as a rule, limits the penetration of plants into the soil. Their surface development is highly undesirable because it leads to a deterioration in the supply of plants with moisture and nutrients and adversely affects plant productivity.

When liquid fertilizers (ammonia water, CAS) are applied to the dense layers of the soil at the rate of 0-40 kg of active substance on nitrogen, the growth of the root system deep into the soil is significantly enhanced.

Existing working bodies for the application of liquid mineral fertilizers to the soil cannot perform this task at the appropriate level. Under the influence of known flat wedges there is a deformation of the soil, which always exceeds the allowable limits for the subseed layer. The working body with only the minimum cutting angles and blade width can satisfy the proposed requirements for deep application of liquid fertilizers without a significant reduction in the density of soil composition before sowing.

**Keywords:** *liquid mineral fertilizers, soil, density, root system.*

---

**Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard**

Gusarenko N.P., Pakhuchiy A. N. (2021). Working body for pre-sowing application of liquid mineral fertilizers in the soil. *Engineering of nature management*, (2(20), pp. 72 - 76.

---

*Подано до редакції / Received: 25.04.2021*