

ВПЛИВ СИЛОВОЇ ДІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ КОРОННОГО РОЗРЯДУ НА ПОКАЗНИКИ СИПКОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ

Ю. М. БЕРЛІНЕЦЬ, науковий співробітник
**Національний науковий центр «Інститут механізації
та електрифікації сільського господарства» НААН України**
E-mail: berlinec_yura@ukr.net

Анотація. *Визначено вплив силової дії електричного поля коронного розряду на показники сипкості насіння пшениці.*

У полі коронного розряду змінюються фізико-механічні властивості насінневих мас сільськогосподарських культур: збільшується кут внутрішнього тертя та початковий опір зсуву.

На основі проведених експериментальних досліджень встановлено, що при зміні напруги джерела живлення електродної системи від 20 кВ до 30 кВ, та товщині шару насіння від 0,028 м до 0,042 м, збільшення кута внутрішнього тертя насінневої маси пшениці знаходиться в межах від 1,26 до 1,47. Найбільшого значення 34°9' кут внутрішнього тертя насіння пшениці досягає при напрузі джерела живлення 26 кВ і товщині шару насіння 0,028 м.

Встановлено, що при зміні напруги джерела живлення електродної системи від 20 кВ до 30 кВ, та товщині шару насіння від 0,028 м до 0,042 м, початковий опір зсуву насінневої маси насіння збільшується в межах від 2,36 до 5,34. Найбільше значення початкового опору зсуву 164,4 Н·м⁻² насінневої маси пшениці досягає при напрузі джерела живлення 30 кВ і товщині шару насіння 0,028 м.

Ключові слова: *сипкість, кут внутрішнього тертя, початковий опір зсуву, електричне поле, коронний розряд, транспортування насіння сільськогосподарських культур*

Актуальність. У системі післязбиральної та передпосівної підготовки важливе місце займають транспортуючі засоби. Разом з тим, на їх долю припадає до 80 % усього травмованого зерна в процесі підготовки [1, 2]. Основною причиною травмування зерна під час переміщення є механічна взаємодія окремих зернівок з кромками робочих органів транспортуючих засобів.

Встановлено можливість використання сил електричної природи, які діють на зернівки в полі коронного розряду, для транспортування насіння сільськогосподарських культур стрічковим конвеєром [3]. При цьому робочим органом виступає електричне поле, завдяки чому відсутня силова взаємодія зернівок з кромками робочих органів машин, які спричинюють їх травмування. Проте, для створення та ефективного

використання транспортуючого засобу з використанням сил електричного поля коронного розряду необхідно дослідити вплив дії сил електричного поля коронного розряду на фізико-механічні властивості насінневого матеріалу, а саме: на показники сипкості.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Велике значення для вибору технологічного процесу та конструкції машин мають фізико-механічні властивості зерна. Здебільшого, вони значною мірою впливають на якість післязбиральної та передпосівної обробки [4]. Важливою фізико-механічною властивістю насінневої маси, яка безпосередньо впливає на рівень її механічного пошкодження, є сипкість. Сипкість характеризується залежністю (рис. 1) граничних дотичних напружень τ' від нормальних напружень σ в товщі насінневої маси, яку будують по експериментальних даних за результатами випробувань сипких матеріалів на трибометрі [5, 6].

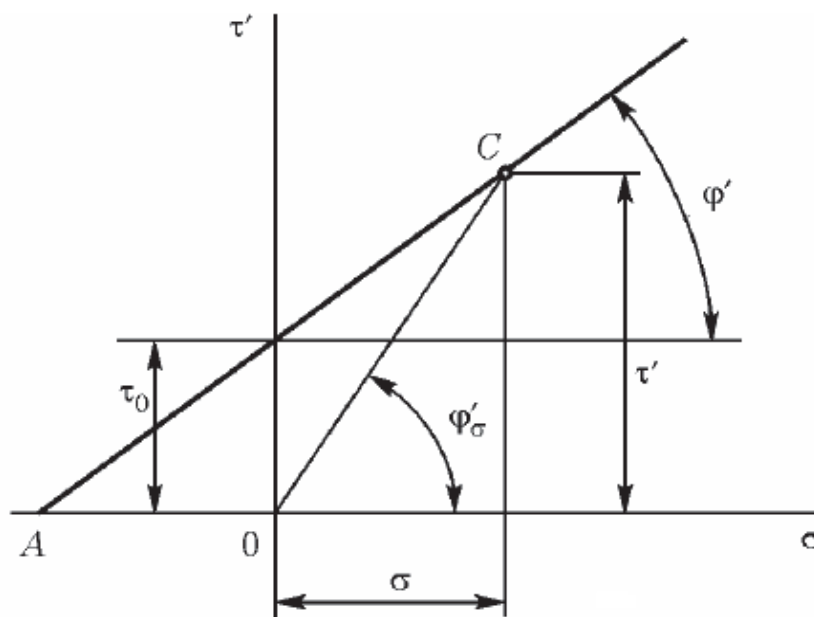


Рис. 1. Залежність граничного дотичного напруження τ' від нормального напруження σ в товщі насінневої маси

В електричному полі зернівки насіння отримують заряд і силову дію поля. Така силова дія електричного поля впливає на фізико-механічні властивості насінневої маси як сипкого середовища. При цьому, в результаті виникнення більш тісного контакту між окремими зернівками, змінюються показники сипкості, що зумовлює встановлення залежності впливу дії сил електричного поля коронного розряду на ці показники.

Мета дослідження – встановлення впливу силової дії електричного поля коронного розряду на показники сипкості насіння пшениці.

Матеріали і методи дослідження. Для дослідження впливу силової дії електричного поля коронного розряду на фізико-механічні властивості насіння сільськогосподарських культур використовувався розроблений метод, який базується на використанні трибометра. На рис. 2. показана схема розробленої установки.

У нерухомий жолоб 7 засипають насіння до рівня нижньої площини рухомої рамки 6, в яку також засипають насіння до рівня потрібної товщини шару насіння. Після подачі напруги на електродну систему, при постійній висоті розташування вістря голок електродної системи 4 над осаджуючим електродом 3 і постійній напрузі джерела живлення 1, збільшуючи масу наважок в вантажній чашці 8, визначається їх маса, яка необхідна для зсуву рамки 6. Для регулювання висоти зрізу насінневої маси використовують вставки 10, які по черзі дістають з нерухомого жолоба 7, при цьому корегуючи рівень товщини шару насіння в рухомій рамці 6. Визначення граничних дотичних і нормальних напружень у кожній площині зсуву проводиться не менше, ніж 4 рази.

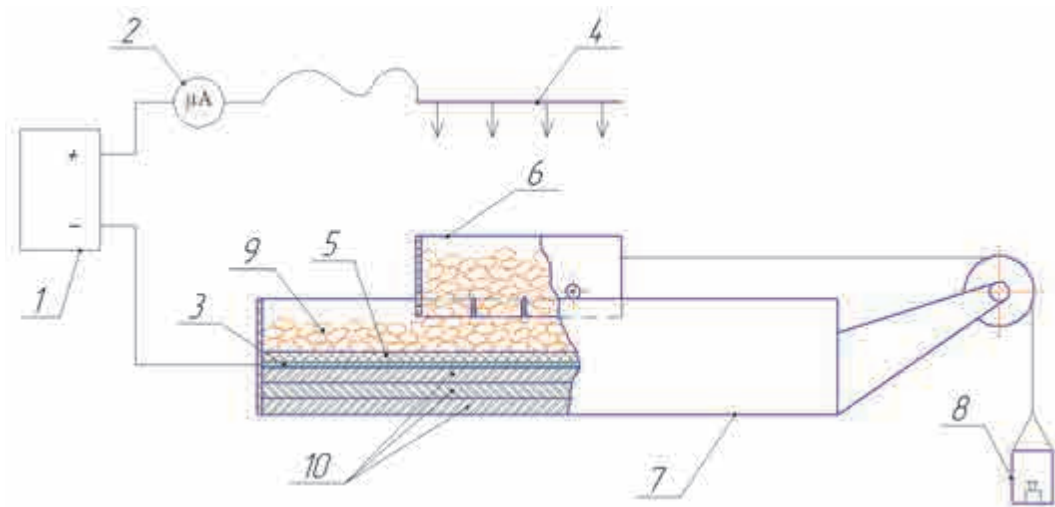


Рис. 2. Схема установки для дослідження впливу силової дії електричного поля коронного розряду на фізико-механічні властивості насіння сільськогосподарських культур:

- 1 – джерело високої напруги; 2 – мікроамперметр; 3 – осаджуючий електрод;
- 4 – коронуючий електрод; 5 – фрагмент конвеєрної стрічки;
- 6 – рухома рамка з перегородками; 7 – нерухомий жолоб; 8 – вантажна чашка;
- 9 – насіння сільськогосподарської культури, що досліджується;
- 10 – вставки для регулювання висоти зрізу насінневої маси

Результати експерименту використовуються для визначення залежності граничного дотичного напруження від нормального напруження в товщі насінневого середовища з силовою дією поля коронного розряду. При цьому, дотичні й нормальні напруження i -го експерименту в площині зсуву насінневої маси розраховуються за формулами

$$\tau'_i = \frac{F_i + F_0}{S_p}, \quad (1)$$

$$\sigma_i = \frac{m_i \cdot g}{S_p}, \quad (2)$$

де τ'_i – граничні дотичні напруження в площині зсуву насінневої маси i -го експерименту, $\text{H} \cdot \text{м}^{-2}$;

F_i – сила зсуву рамки з насінням i -того експерименту, H ;

F_0 – сила зсуву рамки без насіння, H ;

S_p – площа зсуву (площа рухомої рамки), м^2 ;

σ_i – граничні нормальні напруження в площині зсуву насінневої маси i -го експерименту, $\text{H} \cdot \text{м}^{-2}$;

m_i – маса насіння в рухомій рамці i -го експерименту, кг .

За отриманими експериментальними даними граничних дотичних і нормальних напружень, розрахованих за формулами (1) і (2), знаходяться їх середні значення, по яких проводять пряму граничних дотичних напружень АС (рис. 1), яка апроксимується лінійною залежністю виду:

$$\tau' = a_1 \cdot \sigma + b_1, \quad (3)$$

де a_1 , b_1 – коефіцієнти лінійної апроксимації отриманих середніх значень граничних дотичних і нормальних напружень у насінневій масі, яка знаходиться в полі коронного розряду.

Визначений таким чином кутівий коефіцієнт a_1 лінійної залежності (3), є тангенсом кута внутрішнього тертя досліджуваної насінневої маси, а вільний член b_1 – початковим опором зсуву з урахуванням дії поля коронного розряду.

Оброблення експериментальних даних проводилося в спеціалізованому програмному середовищі RegMod та Microsoft Office Excel.

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами експериментальних досліджень отримано залежність граничного дотичного напруження від нормального напруження в товщі насіння пшениці без силової дії поля коронного розряду з достовірністю апроксимації $R^2 = 0.9993$, яку графічно подано на рис. 3.

$$\tau' = 0,4337 \cdot \sigma + 30,78, \quad (4)$$

де τ' – граничне дотичне напруження в площині зсуву насінневої маси, $\text{H} \cdot \text{м}^{-2}$;

σ – граничне нормальне напруження в площині зсуву насінневої маси, $\text{H} \cdot \text{м}^{-2}$.

Аналіз залежності (4) свідчить, що початковий опір зсуву досліджуваної насінневої маси пшениці, становить $30,78 \text{ H} \cdot \text{м}^{-2}$, а тангенс кута внутрішнього тертя, відповідно, $0,4337$, що становить $23^\circ 27'$.

Наступним етапом досліджень було проведення серії факторного експерименту для визначення цих самих показників, але при силовій дії електричного поля коронного розряду.

План факторного експерименту наведено в таблиці.

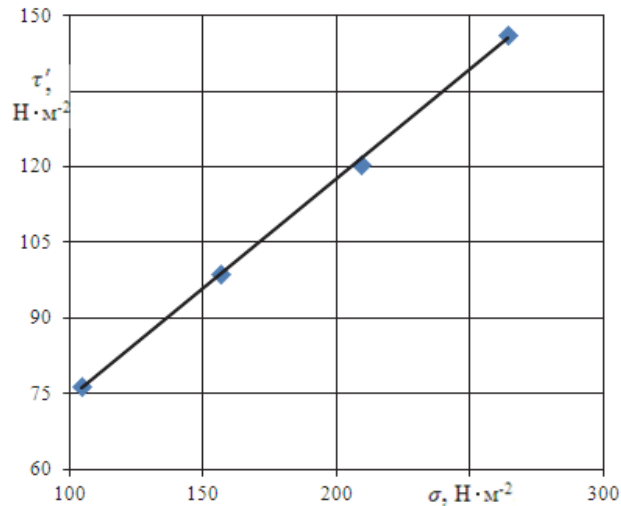


Рис. 3. Залежність граничного дотичного напруження від нормального напруження в товщі насіння пшениці без силової дії поля коронного розряду

План факторного експерименту для визначення залежності граничного дотичного напруження від нормального напруження в товщі насіння пшениці з силовою дією поля коронного розряду

Рівні варіювання факторів	Фактори	
	Напруга джерела живлення електродної системи U , кВ	Товщина шару насіння h , м
Верхній	30	0,042
Середній	25	0,035
Нижній	20	0,028

У результаті опрацювання експериментальних даних було отримано рівняння регресії другого порядку, яке адекватно при ймовірності $P = 0.9$ та коефіцієнтом множинної детермінації $D = 0.987$, залежності кута внутрішнього тертя насіння пшениці із силовою дією поля коронного розряду від напруги джерела живлення електродної системи й товщини його шару:

$$\varphi_{ел.} = 39,967 + 1,401 \cdot U - 1256,67 \cdot h - 0,027 \cdot U^2 + 14285,7 \cdot h^2, \quad (5)$$

де U – напруга джерела живлення електродної системи, кВ;

h – товщина шару насіння пшениці, м.

Графічно залежність (5) показана на рис. 4.

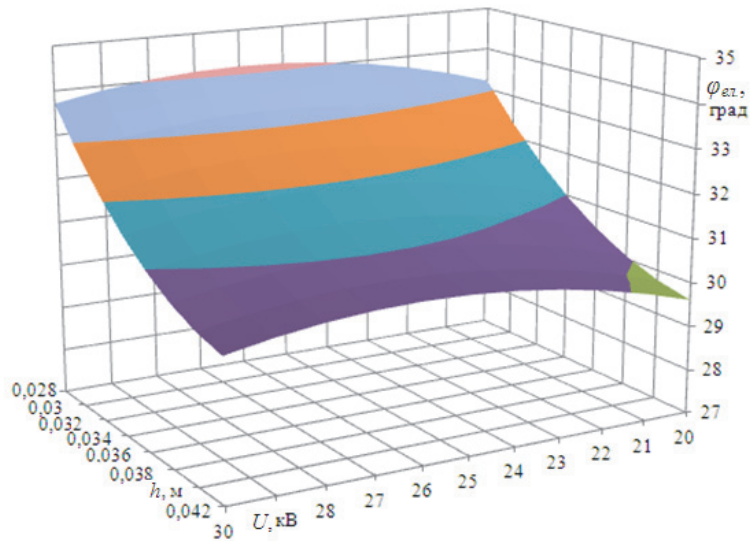


Рис. 4. Графічна залежність кута внутрішнього тертя насіння пшениці із силовою дією поля коронного розряду від напруги джерела живлення електродної системи й товщини його шару

Аналіз графічної залежності (рис. 4) свідчить, що при зміні напруги джерела живлення електродної системи від 20 кВ до 30 кВ й товщині шару насіння від 0,028 м до 0,042 м, кут внутрішнього тертя насінневої маси пшениці змінюється в межах від 29°37' до 34°9'. Максимального значення кут внутрішнього тертя набуває при напрузі джерела живлення 26 кВ й товщині шару насіння 0,028 м.

Також, у результаті опрацювання експериментальних даних отримана залежність початкового опору зсуву насінневої маси пшениці від напруги джерела живлення електродної системи й товщини її шару, яка адекватна при ймовірності $P = 0.95$ та коефіцієнтом множинної детермінації $D = 0.982$.

$$\tau_{0_{ел.}} = 161,97 + 3,713 \cdot U - 3893,05 \cdot h, \quad (6)$$

де U – напруга джерела живлення електродної системи, кВ;

h – товщина шару насіння пшениці, м.

Графічно залежність (6) показана на рис. 5. Аналізуючи її бачимо, що при зростанні напруги джерела живлення та зменшенні товщини шару насіння пшениці її початковий опір зсуву збільшується. У межах напруги джерела живлення від 20 до 30 кВ і при зміні товщини шару від 0,042 м до 0,028 м початковий опір зсуву насінневої маси пшениці змінюється від 72,7 Н·м⁻² до 164,4 Н·м⁻².

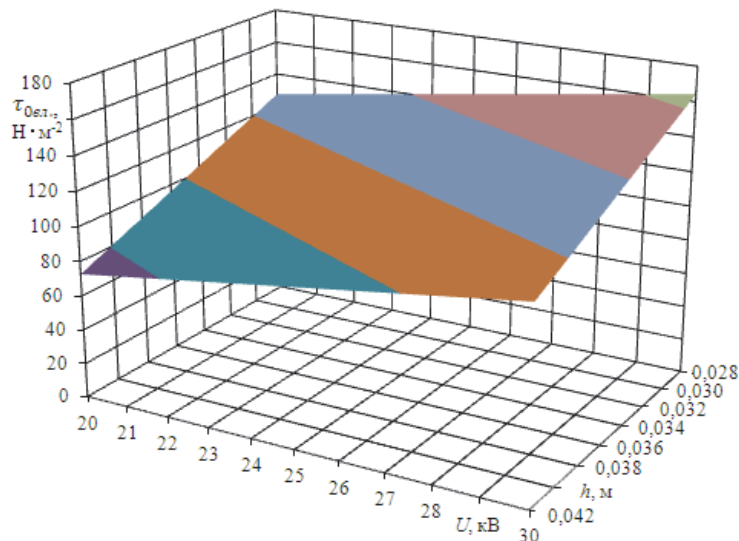


Рис. 5. Графічна залежність початкового опору зсуву насіннєвої маси пшениці з силовою дією поля коронного розряду від напруги джерела живлення електродної системи й товщини її шару

Порівнюючи показники сипучості насіннєвої маси пшениці при силевій дії електричного поля коронного розряду та без неї встановлено, що при зміні напруги джерела живлення електродної системи від 20 кВ до 30 кВ й товщині шару насіння від 0,028 м до 0,042 м, кут внутрішнього тертя збільшується в межах від 1,26 до 1,47 раза, а початковий опір зсуву цієї маси збільшується в межах від 2,36 до 5,34 раза.

Висновки і перспективи. У полі коронного розряду змінюються фізико- механічні властивості насіннєвих мас сільськогосподарських культур: збільшується кут внутрішнього тертя та початковий опір зсуву.

Встановлено, що при зміні напруги джерела живлення електродної системи від 20 кВ до 30 кВ та товщині шару насіння від 0,028 м до 0,042 м, збільшення кута внутрішнього тертя насіннєвої маси пшениці знаходиться в межах від 1,26 до 1,47 раза. Найбільшого значення $34^{\circ}9'$ кут внутрішнього тертя насіння пшениці досягає при напрузі джерела живлення 26 кВ і товщині шару насіння 0,028 м.

Встановлено, що при зміні напруги джерела живлення електродної системи від 20 кВ до 30 кВ та товщині шару насіння від 0,028 м до 0,042 м, початковий опір зсуву насіннєвої маси насіння збільшується в межах від 2,36 до 5,34 раза. Найбільше значення початкового опору зсуву $164,4 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$ насіннєва маса пшениці досягає при напрузі джерела живлення 30 кВ і товщині шару насіння 0,028 м.

Список літератури

1. Зінченко О. І. Рослинництво : підруч. / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко ; за ред. О. І. Зінченка. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 591 с. : іл.
2. Тарасенко А. П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А. П. Тарасенко. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2003. – 331 с.

3. Герасимчук Ю. В. Перспективи використання електричного поля для зниження травмування насіння в процесах передпосівної підготовки / Ю. В. Герасимчук, В. Г. Сахневич // Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2012. – Вип. 96. – С. 444–453.

4. Пугачев А. Н. Повреждения зерна машинами / А. Н. Пугачев. – М. : Колос, 1976. – 320 с. с ил.

5. Зенков Р. Л. Машины непрерывного транспорта : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов // 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1987. – 432 с. : ил.

6. Царенко О. М. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : підруч. / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін. ; за ред. С. С. Яцуна. – К. : Мета, 2003. – 448 с. : іл.

References

1. Zinchenko, O. I., Salatenko, V. N., Bilonozhko, M. A. (2001). Roslynyntstvo [Plant growing]. Kyiv, Ahrarna osvita, 591.

2. Tarasenko, A. P. (2003). Snizheniye travmirovaniya semyan pri uborke i posleuborochnoy obrabotke [Reduction of seed injuries during harvesting and post-harvest processing]. Voronezh, FGOU VPO VGUU, 331.

3. Gerasimchuk, Y. V., Sakhnevich, V. G. (2012). Perspektivy ispol'zovaniya elektricheskogo polya dlya snizheniya travmirovaniya semyan v protsessakh predposevnoy podgotovki [Prospects of using electric field to reduce the trauma of seeds in the processes of pre-sowing preparation]. Mechanization and electrification of agriculture, 96, 444–453.

4. Pugachev, A. N. (1976). Povrezhdeniya zerna mashinami [Damage to grain by machines]. Moscow: «Kolos», 320.

5. Zenkov, R. L., Ivashkov, I. I., Kolobov, L. N. (1987). Mashiny nepreryvnogo transporta [Continuous transport machines]. Moscow: Mashinostroyeniye, 432.

6. Tsarenko, O. M., Voytyuk, D. H., Shvayko, V. M. (2003). Mekhaniko-tekhnolohichni vlastyvosti sil's'kohospodars'kykh materialiv [Mechanical-technological properties of agricultural materials]. Kyiv: Meta, 448.

ВЛИЯНИЕ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА НА ПОКАЗАТЕЛИ СЫПУЧЕСТИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

Ю. Н. Берлинец

Аннотация. *Определено влияние силового воздействия электрического поля коронного разряда на показатели сыпучести семян пшеницы.*

В поле коронного разряда изменяются физико-механические свойства семенных масс сельскохозяйственных культур: увеличивается угол внутреннего трения и начальное сопротивление сдвигу.

На основе проведенных экспериментальных исследований установлено, что при изменении напряжения источника питания электродной системы от 20 кВ до 30 кВ и толщине слоя семян от 0,028 м

до 0,042 м, увеличение угла внутреннего трения семенной массы пшеницы находится в пределах от 1,26 до 1,47. Наибольшее значение 34°9' угол внутреннего трения семян пшеницы достигает при напряжении источника питания 26 кВ и толщине слоя семян 0,028 м.

Установлено, что при изменении напряжения источника питания электродной системы от 20 кВ до 30 кВ и толщине слоя семян от 0,028 м до 0,042 м, начальное сопротивление сдвигу семенной массы семян увеличивается в пределах от 2,36 до 5,34. Наибольшее значение начального сопротивления сдвигу 164,4 Н·м⁻² семенная масса пшеницы достигает при напряжении источника питания 30 кВ и толщине слоя семян 0,028 м.

Ключевые слова: сыпучесть, угол внутреннего трения, начальное сопротивление сдвигу, электрическое поле, коронный разряд, транспортировка семян сельскохозяйственных культур

INFLUENCE OF THE POWER ACTION OF THE ELECTRIC FIELD OF THE CORONA DISCHARGE ON THE INDICATORS OF FLOWABILITY OF WHEAT SEEDS

Yu. M. Berlinets

Abstract. *The aim of the research was to determine the influence of the power action of the electric field of the corona discharge on the indicators of flowability of wheat seeds.*

In the field of corona discharge, the physical and mechanical properties of seed crops of agricultural crops change: the angle of internal friction and the initial displacement resistance increase.

On the basis of undertaken experimental studies it is set that at the change of tension of source of feed of the electrode system from 20 kV to 30 kV and to the thickness of layer of seed from a 0,028 m a to 0,042 m, an increase of corner of internal friction of seminal mass of wheat is in limits from 1,26 to 1,47.

A most value a 34°9' corner of internal friction of seed of wheat arrives at tension of source of feed of 26 kV and to the thickness of layer of seed 0,028 m.

It is set that at the change of tension of source of feed of the electrode system from 20 kV to 30 kV and the thickness of the seed layer from 0.028 m to 0.042 m, the initial resistance of the shift of seed mass of the seed increases in the range from 2.36 to 5.34.

Most value of initial resistance of change 164,4 N·m⁻² seminal mass of wheat reaches at a voltage of 30 kV and a thickness of the seed layer of 0.028 m.

Keywords: *flowability, corner of internal friction, initial resistance of change, electric field, corona discharge, transporting of seed of agricultural cultures*