

УДК 621.891

Стенд для изучения трения о грунт

Г.В. Макаревич, И.А. Сальникова, В.В. Сасковец, Э.И. Поволанский

Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований — Сосны» Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск 220109, а/я 109, Беларусь

Поступила в редакцию 03.11.2023.

После доработки 12.04.2024.

Принята к публикации 17.04.2024.

Для исследования износа и силы трения твёрдой поверхности при трении о грунт был создан лабораторный стенд карусельного типа. Главной задачей было измерение сил трения при различных параметрах модельного грунта и скоростях относительного перемещения близких к реальным при полевых сельскохозяйственных работах. Традиционные электронные динамометры рассчитаны на статическую или медленно меняющуюся нагрузку. Лабораторные стенды с такими датчиками имеют линейную конструкцию, ограниченный путь трения (до 2 м) и очень низкие скорости относительного перемещения (до 0,15 м/с). Малый путь трения усложняет процесс приработки в начале эксперимента. Интегральные силы трения зависят от скорости. Адгезионная компонента целиком зависит от присутствия почвенной воды на границе раздела и, таким образом, от времени необходимого воде для перемещения к поверхности трения. При карусельной схеме стенда путь трения бесконечен и скорость можно увеличить на порядок (до 1,5 м/с). Поскольку в исследованиях обычно сравнивается влияние на результаты экспериментов различных материалов или состава грунтов, то системная погрешность из-за отличия пути трения от прямолинейного является несущественной. Для измерения быстроменяющейся нагрузки была разработана силоизмерительная станция на базе плоской пружины и датчика малых перемещений — механотрона. Преимущество механотронных датчиков линейных перемещений заключается в высокой чувствительности, простоте включения и высокой надёжности. К недостаткам можно отнести зависимость от температурного режима и, как следствие, необходимость калибровки при каждом эксперименте.

Ключевые слова: трение о грунт, сила трения, адгезия, модельный грунт, лабораторный стенд, стенд карусельного типа, силоизмерительная станция, механотрон.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-151-159

Адрес для переписки:

Г.В. Макаревич
Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований — Сосны» Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск 220109, а/я 109, Беларусь
e-mail: makarevich.g@gmail.com

Address for correspondence:

G.V. Makarevich
Joint Institute of Energy and Nuclear Research — Sosny of the
National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk 220109, PO Box 109, Belarus
e-mail: makarevich.g@gmail.com

Для цитирования:

Г.В. Макаревич, И.А. Сальникова, В.В. Сасковец,
Э.И. Поволанский.
Стенд для изучения трения о грунт.
Трение и износ.
2024. — Т. 45, № 2. — С. 151–159.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-151-159

For citation:

G.V. Makarevich, I.A. Salnikova, V.V. Saskovets, and E.I. Pavalanski.
[Stand for Studying Soil Friction].
Trenie i Iznos.
2024, vol. 45, no. 2, pp. 151–159 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-151-159

Stand for Studying Soil Friction

G.V. Makarevich, I.A. Salnikova, V.V. Saskovets, and E.I. Pavalanski

Joint Institute of Energy and Nuclear Research — Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk 220109, PO Box 109, Belarus

Received 03.11.2023.

Revised 12.04.2024.

Accepted 17.04.2024.

Abstract

To study the wear and friction force of a solid surface during friction with the ground, a carousel-type laboratory stand was created. The main task was to measure friction forces under various parameters of the model soil and speeds of relative movement close to real ones during field agricultural work. Traditional electronic dynamometers are designed for static or slowly varying loads. Laboratory stands with such sensors have a linear design, a limited friction path (up to 2 m) and very low relative movement speeds (up to 0.15 m/s). The short friction path complicates the running-in process at the beginning of the experiment. Integral friction forces depend on speed. The adhesion component depends entirely on the presence of soil water at the interface and, thus, on the time required for water to move to the friction surface. With a carousel design of the stand, the friction path is infinite and the speed can be increased by an order of magnitude (up to 1.5 m/s). Since studies usually compare the influence of different materials or soil compositions on the results of experiments, the systematic error due to the difference in the friction path from a straight line is insignificant. To measure rapidly changing loads, a force measuring station was developed based on a flat spring and a small displacement mechatronic sensor. The advantage of mechatronic linear displacement sensors is high sensitivity, ease of switching on and high reliability. Disadvantages include dependence on temperature conditions and consequently the need for calibration in each experiment.

Keywords: soil friction, friction force, adhesion, model soil, laboratory stand, carousel type stand, force measuring station, mechatronic sensor.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-151-159

Адрес для переписки:

Г.В. Макаревич
Государственное научное учреждение «Объединенный институт
энергетических и ядерных исследований — Сосны» Национальной
академии наук Беларуси,
г. Минск 220109, а/я 109, Беларусь
e-mail: makarevich.g@gmail.com

Для цитирования:

Г.В. Макаревич, И.А. Сальникова, В.В. Сасковец,
Э.И. Поволанский.
Стенд для изучения трения о грунт.
Трение и износ.
2024. — Т. 45, № 2. — С. 151–159.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-151-159

Address for correspondence:

G.V. Makarevich
Joint Institute of Energy and Nuclear Research — Sosny of the
National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk 220109, PO Box 109, Belarus
e-mail: makarevich.g@gmail.com

For citation:

G.V. Makarevich, I.A. Salnikova, V.V. Saskovets, and E.I. Pavalanski.
[Stand for Studying Soil Friction].
Trenie i Iznos.
2024, vol. 45, no. 2, pp. 151–159 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-2-151-159

Список использованных источников

1. Khan M.A., Qaisrani R., and Jian-qiao L.I. The Techniques of Reducing Adhesion and Scouring Soil by Bionic — Review of Literature // *Advances in Natural Science, Proceeding of 3rd International Conference of Bionic Engineering*. — 2010 (3), no. 2, 41—50
2. Кобец А., Деркач А., Кабат О., Макаренко Д., Аулин В., Муранов Е., Шаповал А. Идентификация материала «текроне» и обоснование аналогов для изготовления отвалов лемешных плугов // *Agricultural machinery*. — 2019 (1), 35—38
3. Якимцов В.П., Бразовский И.И., Сальникова И.А., Станчик А.И. Влияние гамма-излучения на триботехнические свойства композиционного антифрикционного материала на основе полиэтилентерефталата // *Трение и износ*. — 2008 (29), № 2, 181—183
4. Birch R.A., Ekwue E.I., and Phillip C.J. Soil–Metal Sliding Resistance Forces of Some Trinidadian Soils at High Water Contents // *The West Indian Journal of Engineering*. — 2016 (38), no. 2, 52—58
5. Abbaspour-Gilandeh Y., Hasankhani-Ghavam F., Shahgoli G., Shrabian V.R., and Abbaspour-Gilandeh M. Investigation of the Effect of Soil Moisture Content, Contact Surface Material and Soil Texture on Soil Friction and Soil Adhesion Coefficients // *Acta Technologica Agriculturae 2 Nitra. Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae*. — 2018, 44—50
6. Берлин Г.С. Механотроны. — М.: Радио и связь. — 1984
7. Vilde A. and Tanas W. Determination of the Soil Friction Coefficient and Specific Adhesion // In *TEKA Komisji Motoryzacji I Energetyki Rolnictwa*. — 2005 (5), 212—216
8. Harsono S.S. Tillage Implement Effects on Wet Sticky Soil // *Research Journal of Agricultural Science*. — 2011 (43), no. 4

References

1. Khan M.A., Qaisrani R., and Jian-qiao L.I. The Techniques of Reducing Adhesion and Scouring Soil by Bionic — Review of Literature // *Advances in Natural Science, Proceeding of 3rd International Conference of Bionic Engineering*. — 2010 (3), no. 2, 41—50
2. Kobets A., Derkach A., Kabat O., Makarenko D., Aulin V., Muranov E., Shapoval A. Identification of “tekrone” material and justification of analogues for manufacturing mouldboard ploughs // *Agricultural machinery*. — 2019 (1), 35—38
3. Yakimtsov V.P., Brazovski I.I., Sal'nikova I.A., Stanchik A.I. Vliyanie gamma-izlucheniya na tribologicheskiye svoystva kompozitsionnogo antifriktsionnogo materiala na osnove polietilen-tereftalata // *Treniye i iznos*. — 2008 (29), № 2, 181—183 (in Russian)
4. Birch R.A., Ekwue E.I., and Phillip C.J. Soil–Metal Sliding Resistance Forces of Some Trinidadian Soils at High Water Contents // *The West Indian Journal of Engineering*. — 2016 (38), no. 2, 52—58
5. Abbaspour-Gilandeh Y., Hasankhani-Ghavam F., Shahgoli G., Shrabian V.R., and Abbaspour-Gilandeh M. Investigation of the Effect of Soil Moisture Content, Contact Surface Material and Soil Texture on Soil Friction and Soil Adhesion Coefficients // *Acta Technologica Agriculturae 2 Nitra. Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae*. — 2018, 44—50
6. Berlin G.S. Mekhanotrony. — M.: Radio i svyaz'. — 1984 (in Russian)
7. Vilde A. and Tanas W. Determination of the Soil Friction Coefficient and Specific Adhesion // In *TEKA Komisji Motoryzacji I Energetyki Rolnictwa*. — 2005 (5), 212—216
8. Harsono S.S. Tillage Implement Effects on Wet Sticky Soil // *Research Journal of Agricultural Science*. — 2011 (43), no. 4

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.

Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь. Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Full text of articles can be purchased from the editorial office.

Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050. Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: FWJ@tut.by