

Streszczenie

Obciążenia energetyczne oraz efektywność pracy zespołu zgarniającego kamienie

Celem pracy było wyjaśnienie wpływu parametrów technicznych na efektywność i energochłonność pracy zgarniacza kamieni. Badania przeprowadzono w kanale glebowym w niezagęszczonym piasku gliniastym, o wilgotności 9%, zakamienieniu $30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, używając kamieni o średnicy zastępczej $\varnothing 122 \text{ mm}$. Zmieniano kąt ustawienia wału wirnika względem prostopadłej do kierunku ruchu zgarniacza; 15, 20, 25, 30 i 35° i współczynnik kinematyczny; 1,7, 2,1, 2,4, 2,5, 3,0 i 3,6, będący relacją prędkości obwodowej wirnika do prędkości ruchu zgarniacza. Badania przeprowadzono na modelu zgarniacza o średnicy wirnika 400 mm i długości 1 m. Przez pomiar współrzędnych położenia kamieni przed i po ich przemieszczeniu przez wirnik wyznaczono drogę i kąty przemieszczenia kamieni. Siły w układzie 3D zmierzono dwoma trzykierunkowymi czujnikami sił CS3D, które pełniły funkcję wsporników wału wirnika. Prędkość obrotową wału wirnika i moment obrotowy na wale wirnika zmierzono momentomierzem MTR 500. Jednostkowe siły, moment obrotowy i moce obliczono na podstawie pola powierzchni pod krzywymi zmierzonych parametrów, stosując metodę trapezową i wyznaczając współczynniki kryterialne. Im większy był kąt ustawienia wału wirnika i większy współczynnik kinematyczny tym mniejsza była droga przemieszczenia i większy kąt przemieszczenia kamieni względem kierunku ruchu. Przy większym kącie ustawienia wirnika zmniejszały się jednostkowe siły i moc uciągu, ale zwiększyła się jednostkowa siła boczna, ze względu na spiętrzenie się kamieni przed wirnikiem i zderzenia między kamieniami. Przy większym współczynniku kinematycznym zmniejszała się jednostkowa moc uciągu, ale znacząco zwiększała się jednostkowa moc potrzebna do obrotu wirnika, ze względu na wygenerowaną energię kinetyczną wyrzutu kamieni od prędkości obwodowej wirnika. Na podstawie modelu matematycznego wyznaczono optymalne warunki pracy zgarniacza kamieni; kąt ustawienia wału wirnika $\alpha_w = 26,6^\circ$ i współczynnik kinematyczny $\lambda = 2,2$.

Słowa kluczowe: droga przemieszczenia kamieni, siła uciągu, moc jednostkowa, kąt ustawienia wirnika, współczynnik kinematyczny, inżynieria mechaniczna

Summary

Energy loads and work efficiency of the stone rake unit

The aim of the work was to explain the influence of technical parameters on the efficiency and energy consumption of the stone rake. The research was carried out in a soil bin in non-compacted clay sand, with a moisture content of 9%, with stones of $30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, with the use of stones with an equivalent diameter of $\varnothing 122 \text{ mm}$. The rotor rake angle was changed in relation to the perpendicular to the direction of the rake movement; 15, 20, 25, 30 and 35° and kinematic coefficients; 1.7, 2.1, 2.4, 2.5, 3.0 and 3.6, being the relation of the rotor peripheral speed to the forward speed. The research was carried out on a rake model with a rotor diameter of 400 mm and a length of 1 m. By measuring the coordinates of the position of the stones before and after their displacement through the rotor, the distance and angles displacement of the stones were determined. The forces in the 3D system were measured with two three-way CS3D force sensors, which acted as supports for the rotor shaft. The rotational speed of the rotor shaft and the torque on the rotor shaft were measured with the MTR 500 torque meter. Specific forces, torque and powers were calculated from the area under the curves of the measured parameters, using the trapezoidal method and determining the criterion coefficients. The greater the rotor rake angle and the greater the kinematic coefficient, the shorter the displacement distance and the greater the stones displacement angle in relation to the direction of movement. At a greater of the rotor rake angle, the specific draft forces and draft power decreased, but the specific side force increased due to the accumulation of stones in front of the rotor and collisions between the stones. With a higher kinematic coefficient, the specific draft power decreased, but the specific power required for the rotation of the rotor increased significantly due to the generated kinetic energy of stone throwing from the peripheral speed of the rotor. On the basis of the mathematical model, the optimal working conditions of the stone rake were determined; rotor rake angle $\alpha_w = 26.6^\circ$ and the kinematic coefficient $\lambda = 2.2$.

Keywords: stone displacement distance, draft force, specific power, rotor rake angle, kinematic coefficient, mechanical engineering