

солевой вытяжки и определение ее рН по методу цинао: ГОСТ 26483-85. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 6 с. **3.** Почвы. Методы определения органического вещества: ГОСТ 26213-91. – М.: Комитет стандартизации и метрологи СССР. – 8 с. **4.** *Тепляков В.Г.* Полуколичественный спектральный анализ горных пород с применением способа попеременного фотографирования спектров исследуемой пробы и рабочего стандарта: проект инструкции / *В.Г. Тепляков, Л.К. Магур.* – Симферополь: Министерство геологии УССР. Институт минеральных ресурсов, 1977. – 29 с. **5.** Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення: СанПіН 2.2.7.029-99. – [Чинний від 1999-01-07]. – К.: Міністерство охорони здоров'я. – 35 с. **6.** Фотометрическое определение фосфора в горных породах и рудах в виде восстановленного фосфоромолибденового комплекса: инструкция № 197-Х / Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья. – М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья, 1982. – 26 с. **7.** Руководство по применению атомно-абсорбционных методов в анализе минерального сырья / Министерство геологии РСФСР. Северо-западное территориальное геологическое управление. Центральная лаборатория. – Л.: Министерство геологии РСФСР. Северо-западное территориальное геологическое управление, 1976. – 16 с. **8.** Химико-аналитические методы: натрий и калий: инструкция № 44-Х / Министерство геологии СССР. Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья. – М.: НСАМ, 1966. – 21 с. **9.** ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота. – [Действующий от 1984-02-03]. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 10 с.

Надійшла до редколегії 13.05.11

УДК 666.9.022.3+691.33

О.Г. САВЧЕНКО, канд. техн. наук, проф., Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури,
Г.Д. ФЕДОРОВ, канд. техн. наук, проф., Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури,
А.В. СУПРЯГА, аспірант, Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури

ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЛЯ ПРИТИСКАННЯ ВАЛКА ДО ТАРЕЛІ У ТАРИЛЧАСТО-ВАЛКОВОМУ АКТИВАТОРІ ТА ОЦІНКА ТИСКУ ПІД ВАЛКОМ

Викладені теоретичні дослідження зусилля притискання валка до тарелі та тиску під валком у тарілчасто-валковому активаторі. Отримані залежності тиску під валком від кутової швидкості приводного вала та кута нахилу тарелі були використані при створенні лабораторного зразка цього активатора. Нарощування кутової швидкості підвищує тиск за квадратичною залежністю. Раціональний кут нахилу тарелі знаходиться в межах 30 – 40 °.

Изложенные теоретические исследования усилия прижимания валка к тарелке и давления под валком в тарельчасто-валковом активаторе. Полученные зависимости давления под валком от угловой скорости приводного вала и угла наклона тарели были использованы при создании лабораторного образца этого активатора. Нарращивание угловой скорости повышает давление по квадратичной зависимости. Рациональный угол наклона тарели находится в пределах 30 – 40 °.

The above theoretical research efforts to the pressing roll to plate and pressure under roll in plate-roller activator. The received depending on the pressure under the roll angular velocity of the drive shaft and the angle of the one-religion were used in a laboratory sample of the activator. Capacity of the angular velocity increases the pressure on the quadratic dependence. Rational level of plate angle in the range 30 – 40 °.

Постановка проблеми. У сучасному виробництві цегли із метою ресурсозбереження на стадії підготовки сировини до формування все більш широко використовуються активатори валкового типу, зокрема запропонований активатор тарільчасто-валкового типу (ТВА) [1].

Принцип дії ТВА базується на повільному рухові товстого зволоженого шару сировинної суміші у радіальному напрямку, від зовнішнього до внутрішнього діаметра тарелі.

Саме під час такого руху відбуваються ті сотні прокатувань валків із зсувом, дія яких обумовлює позитивний ефект активації.

Для забезпечення цього позитивного ефекту необхідно підтримувати певний рівень тиску q валка на шар суміші.

Основний матеріал. Рівень тиску валка на шар суміші q , будемо оцінювати усередненою величиною тиску $q = P / S$, де P – зусилля притискання валка до тарелі, Н; S – площа контакту валка з матеріалом, мм².

Як основний, нами розглядався варіант ТВА притискання валка до тарелі тільки під дією відцентрової сили, без додаткових притискних пристроїв.

Розрахункова схема взаємодії валка і тарелі приведена на рис. 1.

На схемі таріль утворена конічною поверхнею з вершиною в т. O .

Розглянутий такий варіант шарнірного кріплення осі валка до приводного валу, що точка перетину указаної осі з віссю валу співпадає з т. O – проковзування поверхні валка по поверхні тарелі відсутнє.

Сила P притискання валка до тарелі є складовою відцентрової сили P_g .

Товщина шару h суміші на тарелі умовно не враховується, оскільки її вплив – незначний.

Основними геометричними характеристиками ТВА будемо вважати середній діаметр тарелі D_c та кут її нахилу α .

Усі інші розміри і кути будемо прив'язувати до цих характеристик.

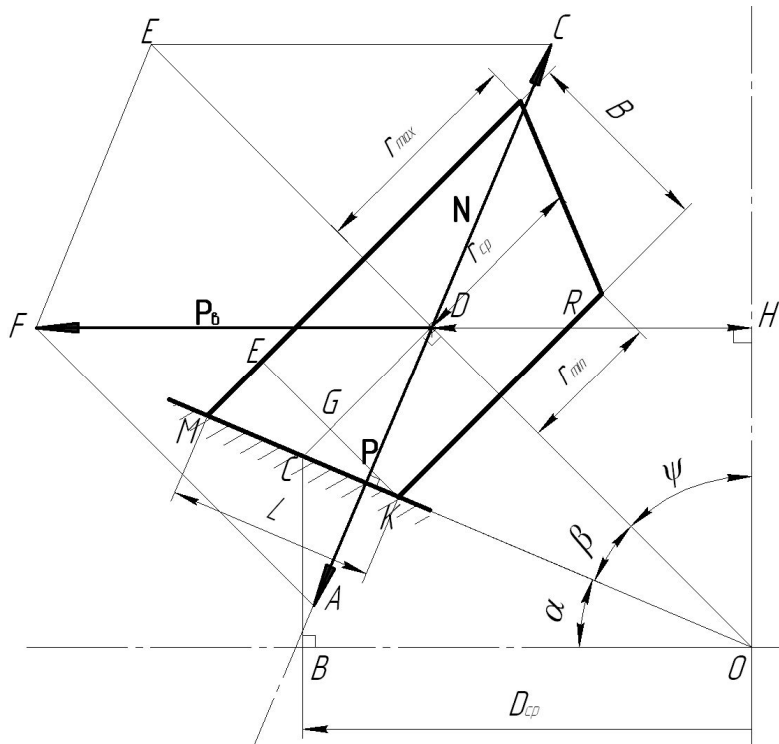


Рис. 1. Схема до визначення зусилля притискання валка до тарелі

Для визначення P , знайдемо відцентрову силу:

$$P_g = m \cdot \omega^2 \cdot R,$$

де m – маса валка, кг; R – радіус від осі обертання до центра ваги валка, м ;
 ω – кутова швидкість приводного валу, с^{-1} .

Для визначення маси валка уведемо коефіцієнт ширина валка k_{uu} та радіуса валка k_g . Коефіцієнт k_g в існуючих тарілчасто-валкових машинах становить 0,15...0,35, а k_{uu} становить 0,09...0,2.

Користуючись позначеннями на рис. 1, масу конічного валка знайдемо виразимо через його об'єм та густину ρ_{cm} :

$$m = \left(1 + \frac{k_{uu}^2 \cdot \cos^2 \alpha}{3 - 12k_g^2 \cos^2 \alpha} \right) \cdot k_g^2 \cdot k_n \cdot k_{uu} \cdot \pi \cdot D_c^3 \cdot \rho_{cm} \quad (1)$$

Радіус від осі обертання до центра ваги валка визначається:

$$R = k_g \cdot D_c \cdot \sqrt{1 - (2k_g \cos \alpha)^2} \cdot \left(\frac{\sqrt{1 - (2k_g \cos \alpha)^2}}{2k_g} - \sin \alpha \right) \quad (2)$$

Знайдемо P , яке є складовою відцентрової сили P_e :

$$P = 4\pi \cdot D^2 \cdot k_n \cdot k_{uu} \cdot k_e^3 \cdot \rho_{cm} \cdot V^2 \cdot \left(1 + \frac{k_{uu}^2 \cdot \cos^2 \alpha}{3 - 12k_e^2 \cdot \cos^2 \alpha} \right) \cdot \left(\frac{\sin \alpha \cdot (1 - 8k_e^2 \cdot \cos^2 \alpha)}{2k_e} + \cos 2\alpha \sqrt{1 - (2k_e \cdot \cos \alpha)^2} \right) \quad (3)$$

Площу контакту валка з матеріалом, звичайно, пов'язують із кутом взаємодії валка з матеріалом [2].

На відміну від класичного розглядання, у ТВА маємо не циліндричний, а конічний валок, площа контакту якого залежить від двох кутів γ_{max} , γ_{min} , а також від довжини утворюючої конуса валка $L = AC$ (рис. 2).

Для визначення висоти шару матеріалу перед прокатуванням уведемо коефіцієнт k_p .

Тоді висота шару матеріалу перед прокатуванням $h_p = k_p \cdot D_c$.

Виразимо γ_{max} та γ_{min} через D_c , кут α та коефіцієнти k_e , k_{uu} та k_p .

Кут взаємодії валка з матеріалом при більшому основанні конусу валка γ_{max} і такий самий кут при меншому основанні конусу валка γ_{min} дорівнюють:

$$\gamma_{max} = \arccos \left(1 - \frac{k_p}{k_e \left(1 + \frac{k_{uu} \cos \alpha}{\sqrt{1 - (2k_e \cos \alpha)^2}} \right)} \right)$$

$$\gamma_{min} = \arccos \left(1 - \frac{k_p}{k_e \left(1 - \frac{k_{uu} \cos \alpha}{\sqrt{1 - (2k_e \cos \alpha)^2}} \right)} \right) \quad (4)$$

По рис. 2 площа контакту валка з матеріалом S_{ABCD} буде дорівнювати:

$$S_{ABCD} = \frac{k_e \cdot k_{uu} \cdot D_c^2 \cdot \gamma_{max}}{180 \sqrt{1 - (2k_e \cos \alpha)^2}} \cdot \left(1 - \frac{k_{uu} \cdot \cos \alpha}{\sqrt{1 - (2k_e \cos \alpha)^2}} \right) \quad (5)$$

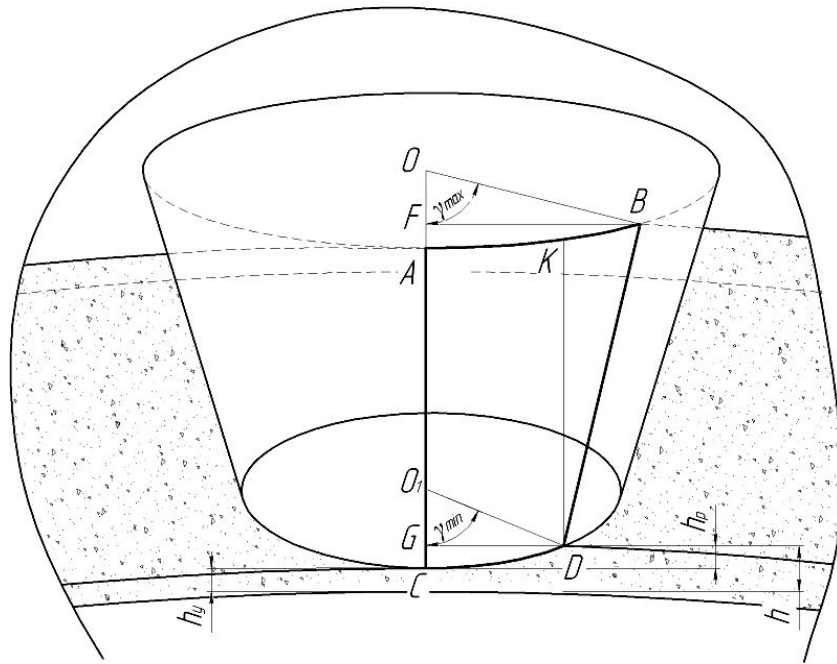


Рис. 2. Схема до визначення площі контакту валка з матеріалом

Розподіл тиску по площі контакту залежить від багатьох факторів – властивостей суміші, яка активується, товщини шару, рівня тиску по відношенню до граничного напруження шару, розмірів валка тощо.

У першому наближенні, по аналогії до традиційних методик, знехтуємо різницю в тиску по площі контакту – знайдемо усереднену величину тиску :

$$q = \frac{P}{S_{ABCD}} = \frac{720k_n k_g^2 \rho_{cm} V^2 \cdot (1 - (2k_g \cos \alpha)^2) \cdot \left(1 + \frac{k_{uu}^2 \cdot \cos^2 \alpha}{3 - 12k_g^2 \cos^2 \alpha}\right) \cdot \left(\frac{\sin \alpha (1 - 8k_g^2 \cos^2 \alpha)}{2k_g \cdot \sqrt{1 - (2k_g \cos \alpha)^2}} + \cos 2\alpha\right)}{\arccos \left(1 - \frac{k_p}{k_g \cdot \left(1 + \frac{k_{uu} \cdot \cos \alpha}{\sqrt{1 - (2k_g \cos \alpha)^2}}\right)}\right) \cdot \left(1 - \frac{k_{uu} \cdot \cos \alpha}{\sqrt{1 - (2k_g \cos \alpha)^2}}\right)}$$

Аналіз результатів. Обробка результатів експерименту проводилися у програмному пакеті “Scilab”. Аналіз отриманої залежності показує, що тиск не залежить від діаметра тарелі у разі збереження тих самих співвідношень. Ця особливість обґрунтовує можливість моделювання процесів промислових активаторів на лабораторній установці з відносно малими розмірами.

На рис. 3 приведена залежність тиску від основного кінематичного параметра ТВА, яким прийнята лінійна швидкість валка.

Означена швидкість, як виявлено в огляді, у переважної більшості валкових агрегатів знаходиться у межах 2...8 м / с.

Залежність на рис. 3 побудована для лабораторного ТВА, у якого номінальний рівень швидкості складає 5 м / с і тиск становить 0,5 МПа.

Нарощування швидкості підвищує тиск по квадратичній залежності. Зрозуміле бажання підвищувати інтенсивність активації нарощуванням швидкості наштовхується на ряд перешкод.

Крім нарощування динамічних навантажень і пов'язаного із цим негативу, найбільш вагомою перешкодою може бути порушення режиму активації.

Експериментально зафіксований ефект підсиленої вібрації.

Серед причин його появи можна виділити хвиле утворювання, яке характерне для будь-якої прокатки.

Валок іноді захоплює «хвилю» і «злітає», відриваючись від шару.

Далі в момент наступного контакту з шаром, що супроводжується ударом, утворюється заглиблення, яке генерує таку саму картину у наступного валка.

На нашу думку, існує гранична швидкість на рівні 5 – 6 м/с, яка забезпечує ефективну активацію.

На рис. 4 приведена залежність тиску від кута нахилу тарелі для лабораторного ТВА, яка підтверджує тезу щодо наявності максимуму тиску при нарощуванні кута до рівня 60 °.

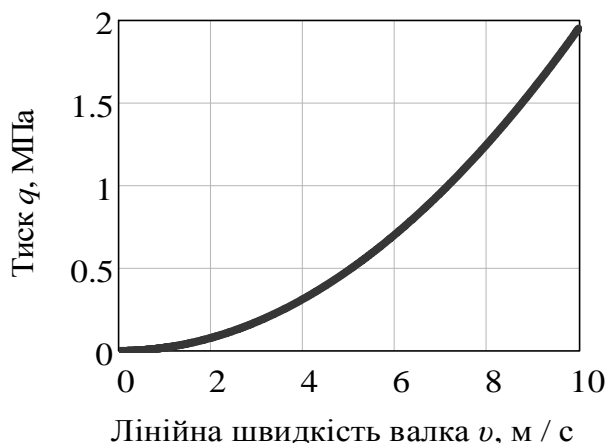


Рис. 3. Залежність тиску під валком q , МПа, від лінійної

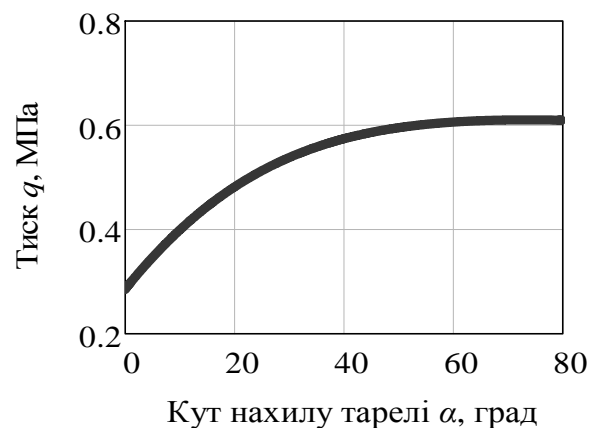


Рис. 4. Залежність тиску під валком q , МПа, від кута нахилу тарелі α , град

Але зростання тиску збільшенням нахилу вдвічі, з 30 до 60 °, дає приріст тиску лише на 10 – 15 %, тобто вплив кута – незначний.

Крім того, існує такий граничний кут нахилу тарелі, на якому сировинна суміш буде зсипатися аж на середину тарелі або ще ближче до зони розвантаження, і забезпечення необхідної кількості циклів прокатування матеріалу валком стане неможливим, що теж необхідно врахувати.

Тому раціональний рівень кута знаходиться в межах 30 – 40 °.

На базі цих досліджень було створено лабораторний зразок ТВА (рис. 5) з тиском під валком $q = 0,5$ МПа: лінійна швидкість валка $V = 5$ м / с і відповідно частота обертання приводного валу 300 об / хв, кут нахилу тарелі $\alpha = 30$ ° та середній радіуса тарелі $R_c = 175$ мм.

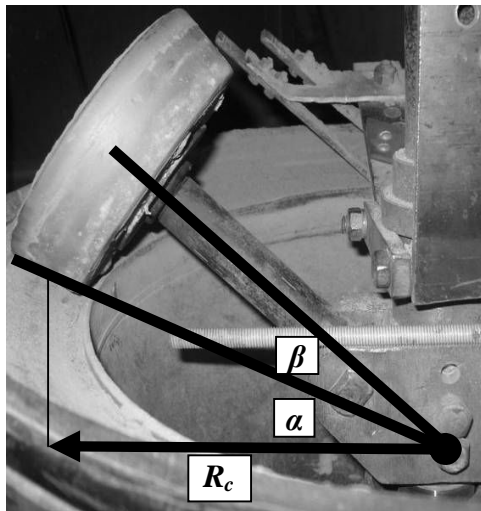


Рис. 5. Загальний вигляд робочої зони лабораторного ТВА

Висновок.

Проведені теоретичні дослідження по визначенню раціональної частоти обертання приводного валу та кута нахилу тарелі дозволяють обґрунтовано вибирати параметри при проектуванні активаторів запропонованої конструкції.

Список літератури: 1. Пат. № а 94161. МПК В02С 15/04. Тарілчасто-валковий агрегат / Савченко О.Г., Федоров Г.Д., Болотських М.С., Крот О.Ю., Супряга А.В., Супряга Д.В.; заявник та патентовласник Савченко О.Г. – № а200911157; заявл. 3.11.09; опубл. 11.04.11, Бюл. № 7. 2. А.с. 1736605 ССРСР, МКИ В 02 С 15/16. Устройство для измельчения материалов / В.А. Пашистый, И.В. Кузько, И.П. Смерека, П.И. Ванкевич (СССР). – № 4810782/33; заявл. 9.04.90; опубл. 30.05.92, Бюл. № 20.

Надійшла до редколегії 19.05.11