

Олексій Сергійович Васильєв¹, Володимир Павлович Кулай²

¹кандидат технічних наук, доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (Полтава, Україна)

E-mail: a.s.vasiliev.76@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9914-5482>

²аспірант кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (Полтава, Україна)

E-mail: lykym339@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0007-4990-5336>

**АНАЛІЗ НЕОБХІДНОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ПРИВЕДЕННЯ В РУХ ЛОПАТЕЙ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ**

В умовах інтенсивного розвитку будівельних технологій і зростання вимог до енергоефективності та якості виробництва будівельних матеріалів, зокрема пінобетону, актуальним постає завдання вдосконалення конструкцій змішувального обладнання. У статті представлено теоретичне дослідження процесу роботи змішувача та визначення потужності, необхідної для приведення в рух робочого органу мобільної бетонозмішувальної установки примусової дії. Проведено аналіз конструктивних параметрів змішувача та геометрії лопатей. Визначено основні складові загальної потужності: енерговитрати на формування і підтримання вихрового руху суміші, а також потужність, необхідна для подолання опору середовища при русі лопатей. Отримані результати дозволяють оцінити вплив конструкції та кінематичних параметрів на енергоспоживання. Обґрунтовано підходи до вибору приводу та підвищення ефективності роботи мобільних бетонозмішувальних установок. Особливу увагу приділено характеристикам пускового режиму, оскільки саме в цей момент спостерігається максимальне навантаження на привід. Аналітичні залежності можуть бути використані на етапі проектування для оптимізації геометрії робочих органів і вибору енергоощадного режиму роботи.

Ключові слова: потужність приводу; лопать; змішування; бетонозмішувач примусової дії; енергія руху; енергоефективність.

Рис.: 3. Бібл.: 11.

Актуальність теми дослідження. В умовах сучасного розвитку будівельних технологій та зростання вимог до якості й енергоефективності виробництва будівельних матеріалів, зокрема ніздрюватих бетонів, актуалізується необхідність удосконалення змішувального обладнання [1]. Таке обладнання має забезпечувати однорідність та стабільність рецептур навіть при змішуванні складних за структурою та текучістю сумішей. Особливої уваги потребують мобільні змішувачі примусової дії, які повинні відповідати критеріям компактності, технологічної гнучкості та енергоефективності. Значна частина енергоспоживання такого обладнання припадає на потужність, необхідну для приводу робочого органу – лопатей. З огляду на те, що геометрія лопатей, їх кількість, кут нахилу, а також кінематичні параметри безпосередньо впливають на ефективність перемішування та опір змішувального середовища, визначення раціональної потужності приводу є одним із ключових етапів проектування [2]. Недостатня або надлишкова потужність може призвести до неефективного перемішування або перевитрати енергії, що є критично важливим в умовах мобільного використання установки.

Постановка проблеми. У межах цього дослідження розглядається мобільний бетонозмішувач примусової дії. Процес проектування змішувальних пристроїв такого типу передбачає не лише дотримання умов, необхідних для забезпечення високої інтенсивності перемішування компонентів, але й створення конструкції, здатної ефективно функціонувати з розчиновими сумішами різної консистенції та широкого діапазону гранулометричного складу. Одним із важливих завдань під час проектування таких пристроїв є визначення потужності, необхідної для приведення в рух лопатей змішувача. Витрата енергії безпосередньо залежить від фізико-технологічних властивостей оброблюваного середовища, геометричних параметрів змішувача, а також режиму його роботи. Надмірна потужність приводу призводить до перевитрати енергії та збільшення вартості обладнання, тоді як її недостатність спричиняє зниження ефективності

перемішування й неоднорідність структури суміші. У зв'язку з цим постає науково-практичне завдання: розробити підхід до теоретичного визначення потужності, необхідної для приводу робочого органу мобільного бетонозмішувача з урахуванням впливу фізико-механічних властивостей суміші, кінематики руху лопатей і конструктивних особливостей змішувача.

Аналіз останніх джерел досліджень. На сучасному етапі розвитку технологій у галузі виробництва сухих будівельних сумішей одним із найбільш актуальних завдань є створення високоефективних змішувачів удосконаленої конструкції [3; 4]. Основними вимогами до таких установок є зниження енерговитрат при одночасному розширенні номенклатури одержуваної продукції та забезпеченні високої якості змішування.

Процес перемішування сипких матеріалів являє собою складне механіко-технологічне явище, ефективність якого значною мірою визначається конструктивними особливостями змішувального обладнання [5; 6]. При аналізі типів змішувачів з позицій кінематики робочих органів та гідродинаміки потоку перспективними є установки примусової дії, які створюють інтенсивний вплив на змішуваний масу. Особливий інтерес становлять змішувачі з вертикальним розташуванням валу, в яких забезпечується інтенсивна взаємодія робочих органів із матеріалом завдяки створенню зон зниженого опору переміщенню частинок. У таких зонах виникає ефект псевдозрідження порошкоподібної маси, що сприяє активізації перемішувального процесу. За рахунок цього досягається підвищена однорідність багатокомпонентних сумішей, зокрема таких, що мають складну рецептуру або низьку текучість [7; 8].

Аналіз науково-технічної літератури, патентної документації [9, 10] та результатів експериментальних досліджень показує, що змішувачі з вертикально орієнтованим валом демонструють підвищену ефективність при виготовленні сухих будівельних сумішей, включаючи модифіковані композиції із заданими фізико-механічними властивостями [11].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Витрата потужності на етапі запуску бетонозмішувачів є важливим техніко-економічним показником, що безпосередньо впливає на енергоефективність роботи обладнання та його експлуатаційну надійність. Встановлення закономірностей між геометрією робочих органів, властивостями змішувального середовища та енергетичними витратами при пуску дозволяє розширити знання про конструкцію пристрою з метою зменшення пускових навантажень і підвищення його ефективності.

Мета статті – теоретичне дослідження силової взаємодії робочого органу розробленого мобільного бетонозмішувача примусової дії з розчинною сумішшю. У межах дослідження виконано аналіз кінематичних характеристик змішувача та визначено потужність, необхідну для приведення в рух його лопатей з урахуванням фізико-механічних властивостей оброблюваного середовища та геометричних параметрів робочих елементів.

Виклад основного матеріалу. Для проведення комплексного аналізу дії мобільного бетонозмішувача примусової дії, зображеного на рис. 1, призначеного для приготування компонентів під час виробництва пінобетону необхідно враховувати конструктивні особливості робочого органу та умови його взаємодії з матеріалом, що змішується. Принцип роботи такого змішувача ґрунтується на обертанні лопатей, закріплених на вертикальному приводному валу в нижній частині змішувальної камери. Під час обертання лопаті здійснюють інтенсивний механічний вплив на суміш, забезпечуючи рівномірний розподіл компонентів у всьому об'ємі робочої зони.

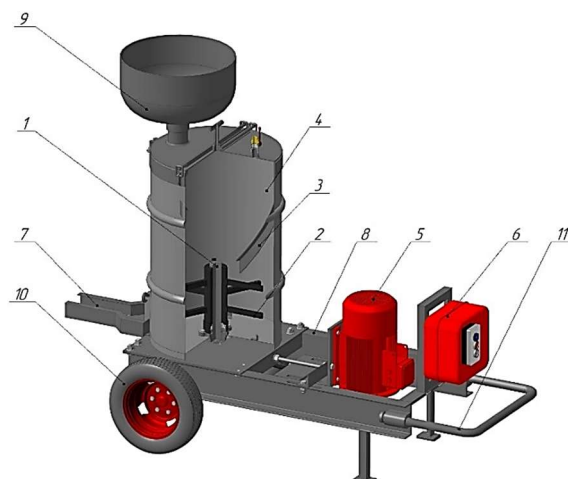


Рис. 1. Мобільний бетонозмішувача примусової дії:

1 – вертикальний вал; 2 – рухомі лопатки; 3 – зовнішня стрічка; 4 – змішувальний контейнер; 5 – електродвигун; 6 – пульт керування; 7 – вивантажувальний жолоб; 8 – рама; 9 – засипний отвір; 10 – колеса; 11 – ручка

З метою забезпечення раціонального вибору конструктивних і кінематичних параметрів бетонозмішувача, а також зниження енерговитрат у процесі приготування будівельних сумішей, виникає необхідність у визначенні потужності, що витрачається на перемішування частинок у робочому об’ємі змішувача для приготування ніздрюватих бетонів.

Загальна потужність P мобільного бетонозмішувача примусової дії, яка необхідна для змішування частинок матеріалу, складається з потужності, що витрачається на підтримку швидкісного режиму суміші в зоні вихрового руху $P_{ш.р.}$, та потужності, що витрачається на подолання сил опору руху лопаті $P_{о.р.л.}$.

Загальна потужність P мобільного бетонозмішувача визначається:

$$P = P_{ш.р.} + P_{о.р.л.}, \tag{1}$$

де $P_{ш.р.}$ – потужність, що витрачається на підтримку швидкісного режиму суміші;

$P_{о.р.л.}$ – потужність, що витрачається на подолання сил опору руху лопаті.

Для обчислення спожитої потужності на підтримку швидкісного режиму суміші в зоні вихрового руху $P_{ш.р.}$ створюємо розрахункову схему, яку зображено на рис. 2, та визначимо енергію вихрового E руху в зоні вирви:

$$E = 2 \cdot \pi \cdot c \cdot a_0^2 \cdot (h_{max} - h_{min}) \int_{\pi}^{R_{max}} \left(\frac{d\delta}{dr} \right)^2 r dr, \tag{2}$$

де h_{max} – максимальна висота підйому матеріалу в бункері;

h_{min} – глибина утвореної воронки;

a_0 – положення вектора швидкості;

δ – кут нахилу вектора швидкості;

c – коефіцієнт, який приймаємо відповідно до теоретичних досліджень, прийняти рівним:

$$c = \frac{m}{R_0}, \tag{3}$$

де m – маса матеріалу який бере участь у вихровому русі;

R_0 – радіус утворений у верхній частині воронки.

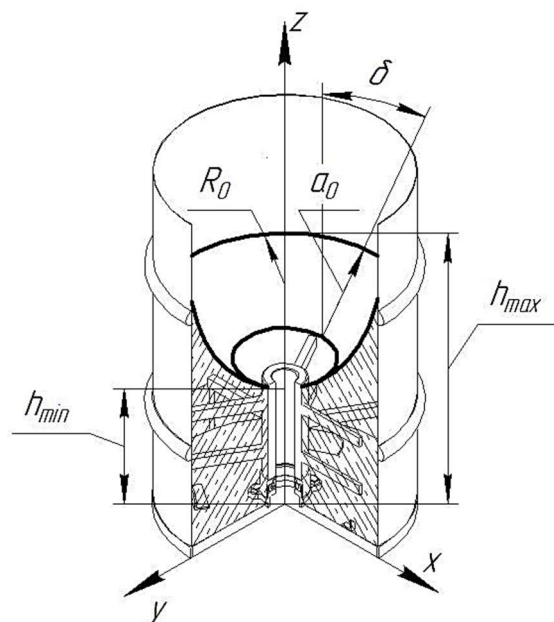


Рис. 2. Схема розрахунку воронки

Після перетворень та розв’язку рівнянь отримуємо рівняння у вигляді:

$$E = 2\pi \cdot \frac{\varepsilon_0 \cdot V_{вих}}{k} \cdot \frac{(h_{max} - h_{min})}{R_0} \cdot a_0^2. \quad (4)$$

Обсяг матеріалу, що бере участь у вихровому русі матеріалу $V_{вих}$, визначається таким співвідношенням:

$$V_{вих} = \pi \cdot R_k^2 \cdot (h_{max} - h_{min}) - V_e. \quad (5)$$

Підставивши (5) приводимо рівняння (4) до співвідношення:

$$E = 2\pi \cdot \frac{\varepsilon_0 \cdot V_{вих}}{k} \cdot \frac{(h_{max} - h_{min})}{R_0} \cdot \left[\omega^2 \cdot L^2 \cdot \left(1 + \frac{I}{4 \cdot \mu^2} \right) - 2 \cdot g \cdot h_{min} \right]. \quad (6)$$

Використовуючи співвідношення (6), знаходимо вираз для величини потужності $P_{ш.р.}$, необхідної для підтримки вихрового руху частинок суміші при високошвидкісному змішуванні:

$$P_{ш.р.} = 2\pi \cdot \frac{\varepsilon_0 \cdot V_{вих}}{k} \cdot \frac{(h_{max} - h_{min})}{R_0} \cdot \omega \cdot \left[\omega^2 \cdot L^2 \cdot \left(1 + \frac{I}{4 \cdot \mu^2} \right) - 2 \cdot g \cdot h_{min} \right]. \quad (7)$$

Таким чином, отримане співвідношення (6) визначає значення потужності, яку необхідно витратити на підтримку вихрового руху частинок суміші.

Потужність $P_{о.р.л.}$, необхідна для подолання сил опору руху лопаті змішувача, буде складатися з потужності $P_{м.м.}$, яка витрачається на подолання сили опору тиску матеріалу суміші на поверхню лопаті, $P_{м.н.}$, що витрачається на подолання сили опору тертя по внутрішній бічній поверхні циліндричного корпусу внаслідок відцентрової сили $F_{від}$, $P_{з.с.}$ витрачається на подолання опору зсуву суміші матеріалу щодо суміші, розташованої над лопатою, $P_{м.к.}$

потужності на подолання опору тертя по основі циліндричного корпусу при переміщенні лопатою матеріалу:

$$P_{o.p.l.} = P_{m.m.} + P_{m.n.} + P_{з.с.} + P_{m.к.} \quad (8)$$

Обчислимо масу матеріалу суміші m_m , що переміщується лопатою в циліндричному контейнері:

$$m_m = \frac{\pi \cdot \varepsilon_0}{k} \cdot h \cdot \cos \alpha \cdot L^2, \quad (9)$$

де h – висота лопаті;

ε_0 – початкове значення щільності матеріалу;

k – коефіцієнт розпушеності суміші;

α – кут відхилення лопаті від вертикалі.

Для обчислення потужності $P_{m.m.}$ звернемося до розрахункової схеми, представленої на рис. 3. З урахуванням представленої схеми знаходимо:

$$T \cdot \sin \alpha = m_m \cdot g, \quad (10)$$

де T – величина сили тиску, що надається на лопату матеріалом, що переміщується.

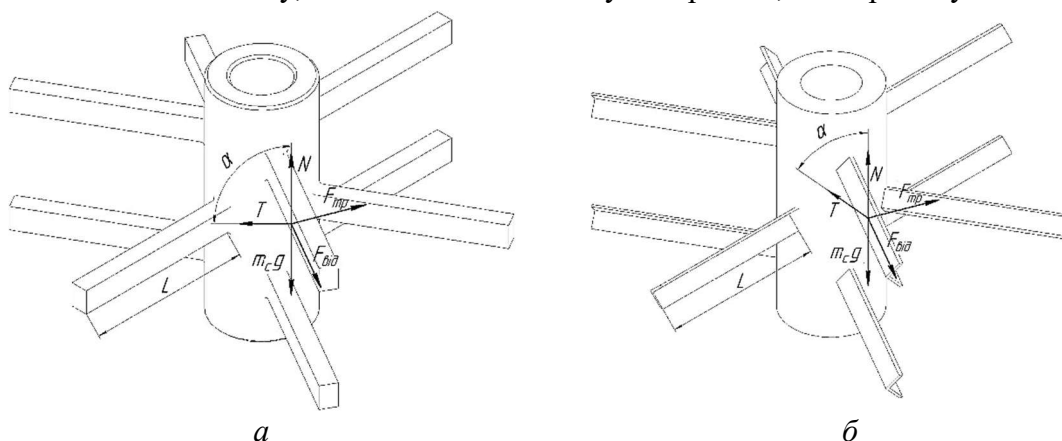


Рис. 3. Розрахункова схема до визначення сил, що діють на лопату:
 а – робочий орган мобільної установки у вигляді лопаті прямокутного перерізу;
 б – робочий орган мобільної установки у вигляді лопаті трикутного перерізу

Значення потужності $P_{m.m.}$ визначатиметься таким співвідношенням:

$$P_{m.m.} = \mu \cdot T \cdot v_{с.м} = \frac{\mu \cdot m_m \cdot g}{\sin \alpha} \cdot v_{с.м.} \quad (11)$$

де μ – коефіцієнт тертя частинок матеріалу по лопаті;

$v_{с.м}$ – величина швидкості сходження матеріалу з лопаті змішувача в радіальному напрямку:

$$v_{с.м} = \frac{\omega_0 \cdot L}{2 \cdot \mu}, \quad (12)$$

де ω_0 – частота обертання матеріалу суміші;

L – довжина лопаті.

Після перетворень отримуємо:

$$P_{m.m} = \frac{\pi \cdot \varepsilon_0}{2 \cdot k} \cdot h \cdot L^3 \cdot \omega_0 \cdot g \cdot \operatorname{ctg} \alpha. \quad (13)$$

Величина потужності $P_{m.n}$ буде визначатись таким співвідношенням:

$$P_{m.n} = \mu_0 \cdot F_{\text{від}} \cdot \omega_0 \cdot L. \quad (14)$$

Відцентрова сила $F_{\text{від}}$ буде визначатись:

$$F_{\text{від}} = \frac{m_m \cdot \omega_0^2 \cdot L^2}{L} = \frac{\pi \cdot \varepsilon_0}{k} \cdot h \cdot L^3 \cdot \omega_0^2 \cdot \cos \alpha. \quad (15)$$

З урахуванням (15) формула (14) приймає такий вигляд:

$$P_{m.n} = \frac{\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \mu}{k} \cdot h \cdot L^3 \cdot \omega_0^3 \cdot \cos \alpha. \quad (16)$$

Величину дотичних напружень $\tau(r)$, що виникають у сипучому матеріалі на відстані від осі обертання знаходимо за формулою:

$$\tau(r) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\varepsilon_0 \cdot g}{k} \cdot r. \quad (17)$$

Тоді величина сили опору зсуву F_τ матеріалу лопаттю дорівнюватиме:

$$F_\tau = h \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot \tau(r) = \frac{L \cdot h \cdot \varepsilon_0 \cdot g}{2k} \cos \alpha \cdot r. \quad (18)$$

Величина роботи $A_{з.с.}$, яка потрібна на подолання опору сили (17), визначатиметься співвідношенням:

$$A_{з.с.} = \int_0^L F_\tau dr = \frac{L \cdot h \cdot \varepsilon_0 \cdot g}{4 \cdot k} \cdot L^2 \cdot \cos \alpha. \quad (19)$$

На підставі (19) знаходимо вираз, що визначає значення потужності $P_{з.с.}$:

$$P_{з.с.} = A_{з.с.} \cdot \omega_0 = \frac{L \cdot h \cdot \varepsilon_0 \cdot g \cdot \omega_0}{4 \cdot k} \cdot L^2 \cdot \cos \alpha. \quad (20)$$

Величину потужності $P_{m.к.}$ знайдемо відповідно до співвідношення:

$$P_{m.к.} = \mu \cdot m_m \cdot g \cdot \bar{v}_{\text{сеп}}, \quad (21)$$

де $\bar{v}_{\text{сеп}}$ – середнє значення окружної швидкості лопаті, яке визначається згідно з виразом:

$$\bar{v}_{\text{сеп}} = \frac{\omega_0}{2} \cdot L. \quad (22)$$

Підставивши формулу (22) в (20) з урахуванням (9) приводимо до такого результату:

$$P_{m.к.} = \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot \frac{\pi \cdot h \cdot \varepsilon_0 \cdot g \cdot \omega_0}{k} \cdot L^3. \quad (23)$$

Якщо на валу знаходиться лопатей n , тоді повну потужність P , що витрачається на приведення в рух у високошвидкісному лопатевому змішувачі матеріалу, визначатиме наступний вираз:

$$P = P_{\text{ш.р.}} + \chi_l \cdot n \cdot (P_{m.m.} + P_{m.n.} + P_{з.с.}) + P_{m.к.}, \quad (24)$$

де χ_l – коефіцієнт, що враховує взаємний вплив лопаті один на одного при їх русі.

Отримане шукане рівняння (24) дозволяє визначити сумарну потужність мобільного бетонозмішувача залежно від його конструктивних характеристик і режиму роботи.

Висновки. У межах проведеного теоретичного дослідження проаналізовано конструкцію мобільного бетонозмішувача примусової дії та визначено основні фактори, що впливають на енергоспоживання під час перемішування будівельних сумішей різного складу. Отримано аналітичну залежність для визначення загальної потужності, необхідної для приведення в рух лопатей змішувача, яке враховує геометричні параметри робочого органу та кінематичні характеристики обертання.

Список використаних джерел

1. Назаренко, І. І. (1999). *Машини для виробництва будівельних матеріалів*. Київ: КНУБА.
2. Rudyk, R., & Salnikov, R. (2024). Analysis of the mixer geometry and rheology impact on concrete mixture mixing efficiency. *Техніка будівництва*, (41), 77-84. <https://doi.org/10.32347/tb.2024-41.0409>.
3. Ємельянова, І. А., & Аніщенко, А. І. (2012). Визначення основних показників роботи технологічного комплексу обладнання, що складається з бетонозмішувача гравітаційно-примусової дії та стрічково-скребкового живильника. *Збірник наукових праць: Галузеве машинобудування, будівництво*, (1), 28-34.
4. Назаренко, І. І. (2017). Визначення раціональних параметрів гравітаційних бетонозмішувачів. *Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини*, (90), 67-72.
5. Онищенко, О. Г., & Ващенко, К. М. (2006). Розрахунок потужності та визначення опорів, що виникають при роботі стрічкового шнекового розчинозмішувача. *Вісник КДПУ*, 1(36), 58-63.
6. Свиридюк, Д. Я. (2011). Аналіз та оцінка конструктивно-технологічних параметрів бетонозмішувачів. *Теорія і практика будівництва*, (8), 11-14.
7. Ручинський, М. М., & Свиридюк, Д. Я. (2013). Дослідження коливань вібраційного бетонозмішувача з урахуванням впливу перемішувача матеріалу. *Техніка будівництва*, (31), 35-42.
8. Коробко, Б. О., Васильєв, О. С., & Рогозін, І. А. (2015). Аналіз кінематики суміші в корпусі змішувача з вертикальним шнеком зі змінною твірною. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 3/7(75), 48-52.
9. Коробко, Б. О., Васильєв, О. С., & Рогозін, І. А. (2015). *Вертикальний змішувач із шнековою стрічкою зі змінною твірною* (Патент України № 99566).
10. Коробко, Б. О., Васильєв, О. С., & Рогозін, І. А. (2013). *Установка розчинозмішувальна з вертикальним шнеком* (Патент України № 81413).
11. Вірченко, В. В. (2006). Приготування будівельних розчинових сумішей за допомогою ефективних змішувачів. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 1(66)(1), 71-74.

References

1. Nazarenko, I. I. (1999). *Mashyny dlia vyrobnytstva budivelnnykh materialiv* [Machines for the production of building materials]. *KNUBA*.
2. Rudyk, R., & Salnikov, R. (2024). Analysis of the mixer geometry and rheology impact on concrete mixture mixing efficiency. *Tekhnika budivnytstva – Technology of construction*, 41, 77-84. <https://doi.org/10.32347/tb.2024-41.0409>.
3. Yemeljanova, I. A., & Anishchenko, A. I. (2012). *Vyznachennia osnovnykh pokaznykiv roboty tekhnolohichnoho komplektu obladnannia, shcho skladaietsia z betonozmishuvacha hgravitatsiino-prymusovoho dii ta strichkovo-skrebkovoho zhyvylnyka*. [Determination of the main performance indicators of a technological set of equipment consisting of a gravity-forced concrete mixer and a belt-scraper feeder]. *Zbirnyk naukovykh prats: Haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo – Collection of scientific papers: Industry-specific mechanical engineering, construction*, 1, 28-34.
4. Nazarenko, I. I. (2017). *Vyznachennia ratsionalnykh parametriv hgravitatsiinykh betonozmishuvachiv* [Determination of rational parameters of gravity concrete mixers]. *Girnychy, budivelnny, dorozhni ta meliorativni mashyny – Mining, construction, road and land reclamation machinery*, 90, 67-72.
5. Onyshchenko, O., & Vashchenko, K. (2006) *Rozrakhunok potuzhnosti ta vyznachennia oporiv, shcho vynykaiut pry roboti strichkovoho shnekovoho rozchynozmishuvacha*. [Calculation of power and determination of resistances arising during the operation of a ribbon screw mortar mixer.] *Visnyk KDPU – KDPU Journal*, 1(36), 58-63.

6. Svyrydiuk, D. Ya. (2011). Analiz ta otsinka konstruktyvno – tekhnolohichnykh parametriv betonozmishuvachiv. [Analysis and evaluation of structural and technological parameters of concrete mixers]. *Teoriia i praktyka budivnytstva – Theory and practice of construction*, (8), 11-14.

7. Ruchynskiyi M. M., Svyrydiuk D. Ya. (2013) Doslidzhennia kolyvan vibratsiinoho betonozmishuvacha z urakhuvanniam vplyvu peremishuvanoho materialu. [Research of vibrations of a vibrating concrete mixer taking into account the influence of the mixed material]. *Tekhnika budivnytstva – Construction technology*, 31, 35-42.

8. Korobko, B. O., Vasyliiev O. S., & Rohozin I. A. (2015) Analiz kinematyky sumishi v korpusi zmishuvacha z vertykalnym shnekom zi zminnoiu tvirnoiu. [Analysis of the kinematics of the mixture in the housing of a mixer with a vertical screw with a variable generator]. *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii – Eastern European Journal of Advanced Technologies*, 3/7(75), 48-52.

9. Korobko, B. O., Vasyliiev, O. S., & Rohozin, I. A. (2015). Vertykalnyi zmishuvach iz shnekovoiu strichkoiu zi zminnoiu tvirnoiu [Vertical auger ribbon mixer with variable feed] (Patent Ukrainy – Patent of Ukraine No. 99566).

10. Korobko, B. O., Vasyliiev, O. S., & Rohozin, I. A. (2013). Ustanovka rozchynozmishuvalna z vertykalnym shnekom [Mortar mixing plant with vertical screw] (Patent Ukrainy - Patent of Ukraine No. 81413).

11. Virchenko, V. V. (2006). Pryhotuvannia budivelnykh rozchynovykh sumishei za dopomohoiu efektyvnykh zmishuvachiv [Preparation of mortar mixtures using efficient mixers]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho – Bulletin of the Kremenchuk National University named after Mikhail Ostrogradsky*, 1(66)(1), 71-74.

Отримано 07.08.2025

UDC 693.542.524

Oleksii Vasyliiev¹, Volodymyr Kulai²

¹PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of branch machinery and mechatronics
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic» (Poltava, Ukraine)
E-mail: a.s.vasiliiev.76@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9914-5482>

²PhD Student, Department of branch machinery and mechatronics
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic» (Poltava, Ukraine)
E-mail: lykym339@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4990-5336>

ANALYSIS OF THE POWER REQUIRED TO DRIVE THE BLADES OF A PLANT FOR PREPARING EXPLOSIVE CONCRETE

In the conditions of intensive development of construction technologies and increasing requirements for energy efficiency and quality of production of building materials, in particular foam concrete, the task of improving the designs of mixing equipment is urgent. A significant part of the energy consumption of such equipment is the power required to drive the working body of – blades. Insufficient or excessive power can lead, respectively, to inefficient mixing or energy overspending, which is critical in the conditions of mobile use of the installation. In this connection, a scientific and practical task arises: to develop an approach to the theoretical determination of the power required to drive the working body of a mobile concrete mixer, taking into account the influence of the physical and mechanical properties of the mixture, the kinematics of the movement of the blades and the design features of the mixer. The article presents a theoretical study of the operation process of the mixer and the determination of the power required to set the working body of the mobile concrete mixing plant in motion. An analysis of the design parameters of the mixer and the geometry of the blades was carried out. The main components of the total power are determined: energy costs for forming and maintaining the vortex movement of the mixture, as well as the power necessary to overcome the resistance of the medium during the movement of the blades. The obtained results make it possible to assess the influence of design and kinematic parameters on energy consumption. Approaches to choosing a drive and increasing the efficiency of mobile concrete mixing plants are substantiated. Special attention is paid to the characteristics of the starting mode, since it is at this moment that the maximum load on the drive is observed. Analytical dependencies can be used at the design stage to optimize the geometry of working bodies and choose an energy-saving mode of operation.

Keywords: drive power; blade; mixing; forced-action concrete mixer; motion energy; energy efficiency.

Fig.: 3. References: 11.