

УДК 693.542.523

М.О. Клименко, асистент КНУБА

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ БАРАБАНА ГРАВІТАЦІЙНОГО ЗМІШУВАЧА ТА ЙОГО ЛОПАТЕЙ НА ЯКІСТЬ ПЕРЕМІШУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ

АНОТАЦІЯ. Наведено результати експериментальних досліджень впливу конструкції та форми барабана гравітаційного бетонозмішувача, а також його лопатей на ефективність перемішування будівельних сумішей. Розглянуто розроблену лабораторну установку для вивчення конструктивних параметрів барабана та лопатей з точки зору ефективності та часу перемішування.

Ключові слова: гравітаційний бетонозмішувач, барабан, лопать, кут встановлення лопаті, кут нахилу барабана, потужність, якість перемішування

SUMMARY. The results of experimental studies of the influence of the design and forms of gravitational concrete mixer drum, and its blades on the efficiency mixing mortars are studied. Considered laboratory facility developed to study the structural parameters of the drum and the blades in terms of mixing efficiency and mixing time.

Key words: gravitational concrete mixer, drum, blade, blade installation angle, the drum incline angle, power, mixing quality

Постановка проблеми. Проблема вибору раціональних параметрів робочих органів гравітаційних бетонозмішувачів, а саме форми та розмірів барабана, кута його нахилу до горизонту, розмірів та форм лопатей, їх кількості та кутів встановлення, незважаючи на багаточисельні попередні дослідження, все ще залишається відкритою. Відсутність коректної розрахункової моделі, а також складність знімання показань на обертовому барабані тільки загострюють ситуацію, зайвий раз акцентуючи на важливості даної задачі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гравітаційні бетонозмішувачі циклічної дії за своєю конструкцією прийнято вважати нескладними машинами [1, 2]. Їх конструкція загалом є розробленою ще на початку 20 ст. і в основному залишається незмінною з того часу. Проте, поряд з досить простою і надійною конструкцією привода даних машин, їх робочі органи практично залишаються не дослідженими. Зроблені спроби дослідження характеру процесу перемішування в барабані бетонозмішувача [3] не принесли помітних результатів, пропонуючи лише формули для визначення частоти обертання барабана, його найбільшого діаметра та потужності привода обертання барабана.

Попередніми дослідженнями [5] були виконана перша частина дослідів з визначення раціональних параметрів лопатей на реальних серійних моделях гравітаційних бетонозмішувачів. Проте дане дослідження не враховувало можливу зміну форми або розмірів барабана за незмінної решти умов. Достатньої уваги не було приділено питанню критеріїв подібності барабанів та лопатей, що були розроблені в попередніх дослідженнях [4]. Крім того, важливим залишається питання створення методики та методології проведення експериментальних досліджень, яка б спиралася на методики, прийняті провідними світовими виробниками та організаціями [6].

Мета дослідження: Розробити конструкцію стенда для визначення основних параметрів гравітаційних бетонозмішувачів та методику виконання досліджень для встановлення раціональних параметрів робочого органу – барабана та внутрішніх змішувальних лопатей.

Виклад основного матеріалу. Друга частина дослідження руху суміші в барабані гравітаційного бетонозмішувача проводилася на розробленій установці (рис.1) лабораторії машин для подрібнення матеріалів та перемішування будівельних сумішей кафедри МОТП КНУБА.

Для дослідження характеру впливу конструкції змішувальних барабанів, які відповідають різним значенням коефіцієнта форми барабана, була спроектована та виготовлена експериментальна установка (рис.2, а) із можливістю встановлення барабанів різної геометрії (рис.2, б). До складу установки також входять: черв'ячний редуктор, на одній стороні якого закріплений фланець змінних барабанів та струмозійомного диску, а на другій – диск із прорізами датчика частоти обертання.

Привод обертання барабана здійснюється через клинопасову передачу від двигуна постійного струму, частота обертів якого регулюється за допомогою лабораторного трансформатора (ЛАТР). Двигун разом з редуктором і встановленим на ньому барабаном змонтовані на траверсі, яка має можливість провертання навколо горизонтальної осі, змінюючи таким чином кут нахилу барабана до горизонту.

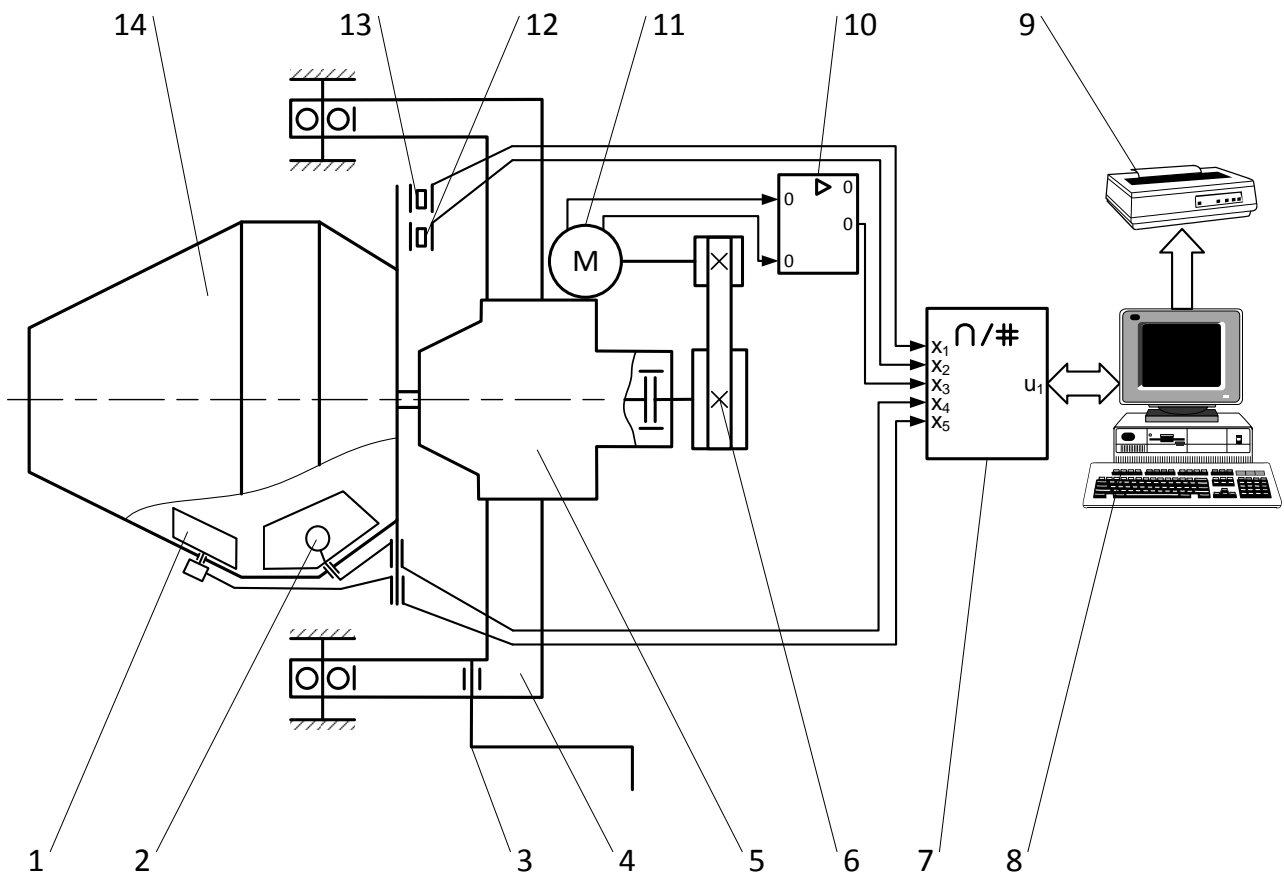
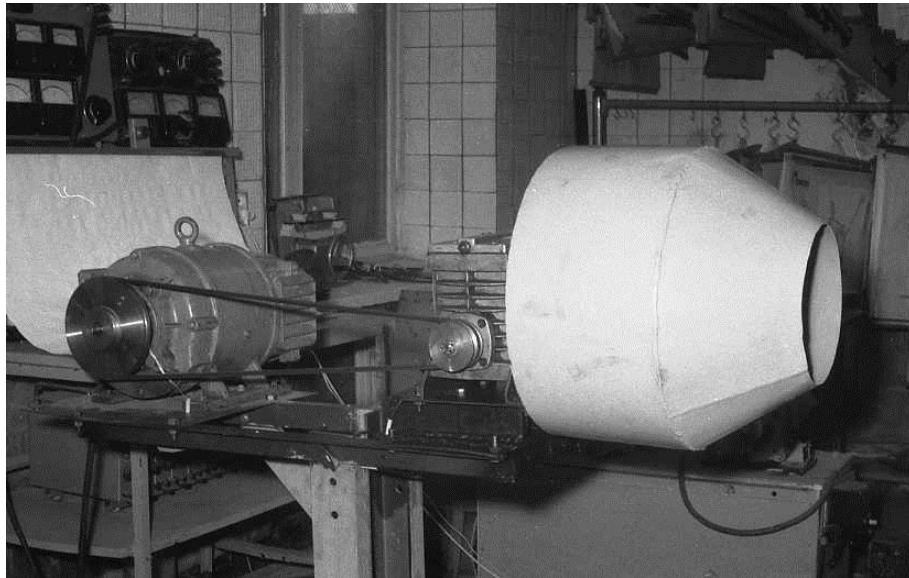
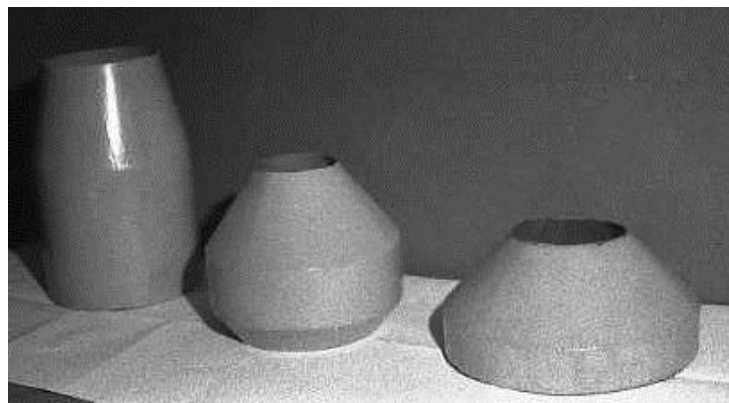


Рисунок 1. Схема дослідного вимірювального комплексу:

1-датчик напрямку руху; 2-датчик тиску суміші на лопать; 3-механізм перекидання барабана; 4-траверса, 5-черв'ячний редуктор; 6-клинопасова передача; 7-аналого-цифровий перетворювач; 8-ЕОМ; 9-принтер; 10-датчики знімання показань спожитої потужності; 11-двигун постійного струму; 12-датчик частоти обертання; 13-датчик кута повороту; 14-змішувальний барабан.



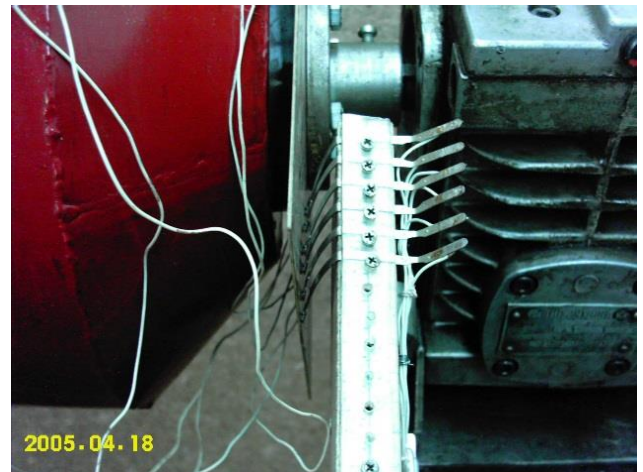
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2. Лабораторна установка на кафедрі МОТП КНУБА:
а) – загальний вид; б) – змінні барабани; в) – флюгерний датчик напрямку руху суміші всередині барабана; г) – контактна планка струмознімача сигналу датчика напрямку руху

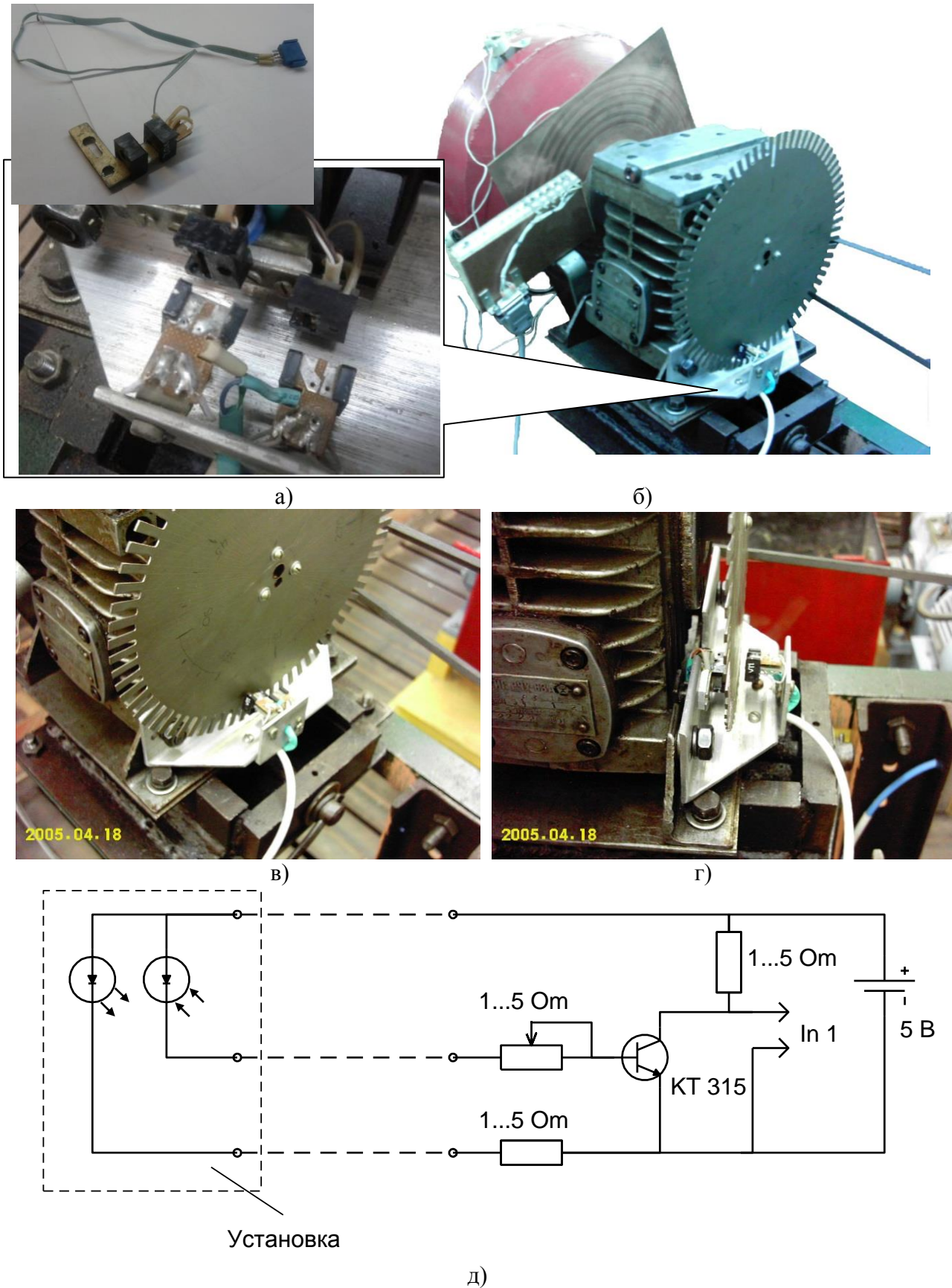


Рисунок 3. Встановлення оптичних датчиків вимірювання кута повороту і частоти обертання лабораторної установки на кафедрі МОТІ КНУБА.

В обох випадках на дослідних стендах встановлювалися флюгерні датчики визначення напрямку руху суміші всередині барабана (рис.2, в-г), які визначали напрямок руху суміші, датчики кута повороту і частоти обертання барабана (рис.3), а також датчики

вимірювання спожитої потужності (рис.4). Реєстрація та запис отриманих даних виконувалася на АЦП Saturn Data Co.

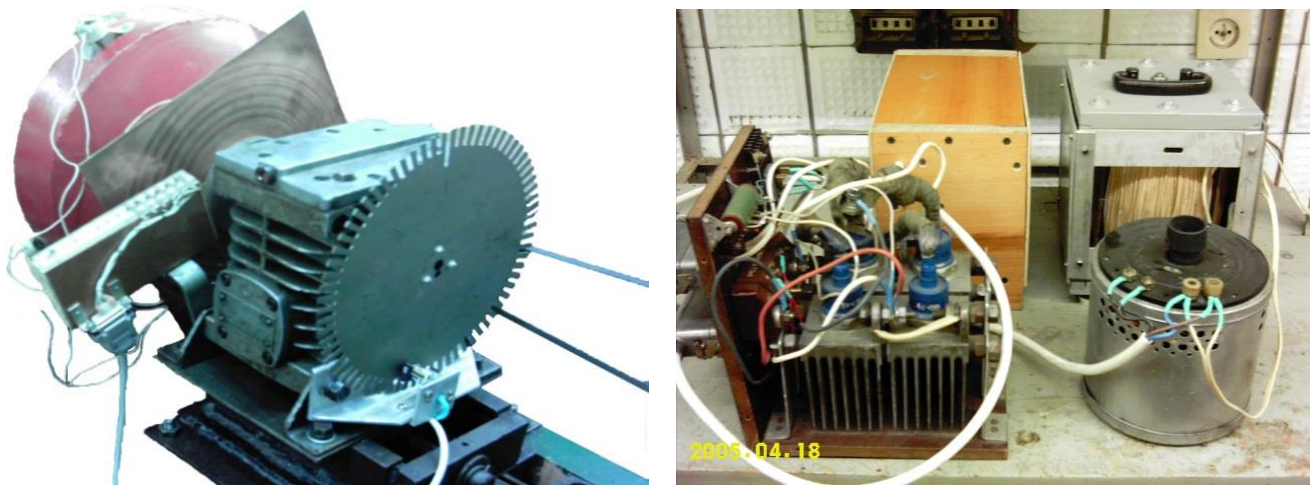


Рисунок 4. Загальний вид установки з установленими датчиками, приладами живлення та керування частотою обертання барабана.

Визначення спожитої потужності здійснюється за допомогою реєстрації величини силу струму та напруги, які знімаються на дільнику напруги та навантажувальному резисторі, підключених до АЦП (рис.5).

На початку експериментальних досліджень визначається вплив на неоднорідність суміші тривалості перемішування в безлопатевому барабані при незмінному коефіцієнті завантаження барабана $K_{зав} = 0,35$. В подальшому аналогічні дослідження проводитимуться на барабанах з різними коефіцієнтами $K_{бар}$. Значення коефіцієнта, що враховує форму барабана, і за яким були виготовлені всі лабораторні дослідні барабани обирається на підставі аналізу використовуваного на сьогодні в Україні парку бетонозмішувачів гравітаційного перемішування.

Далі виконується серія дослідів, що відображає залежність між коефіцієнтом завантаження $K_{зав}$ і однорідністю суміші для трьох прийнятих дослідних барабанів з різними коефіцієнтами $K_{бар}$ за постійного часу перемішування $t = 60...180c$. Досліджуваний діапазон зміни коефіцієнта завантаження був прийнятий відповідно до наявних рекомендацій щодо нього виробників бетонозмішувального обладнання. Практикою сучасного використання змішувачів інтервал окреслений як $0,3...0,7$. Переважна більшість закордонних малооб'ємних машин мали значення цього коефіцієнта рівним $0,45-0,55$, у той час як більшість моделей українського виробництва мали значення $0,3...0,45$.

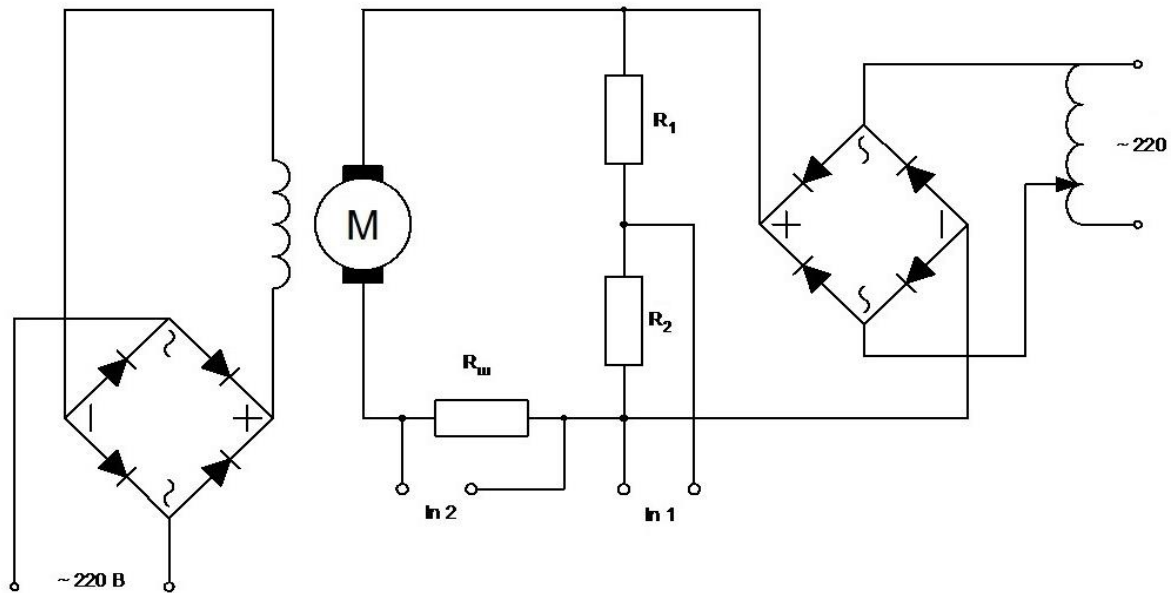
Третьою серією дослідів встановлюється доцільність збільшення кута нахилу осі обертання барабана до 20° і більше.

Четвертою серією дослідів встановлюється характер впливу на неоднорідність суміші форми барабана шляхом використання додаткових вставок циліндричної частини та змінних передніх і задніх конусів.

П'ятою серією дослідів першого етапу встановлюється характер впливу на неоднорідність суміші форми барабана шляхом використання на бетонозмішувачі із об'ємом барабана за завантаженням до 100 л чотирьох змінних знімних конічних елементів, як для переднього, так і для заднього конусів.

На другому етапі виконуються дослідів, які визначають внесок в загальний процес перемішування внутрішніх змішувальних елементів різної форми та кількості. Одночасно, виконується серія дослідів, яка встановлює залежність неоднорідності суміші від кількості

лопатеї, що змонтовано в барабані. В процесі визначення впливу кількості лопатеї на процес перемішування в барабані встановлюється дві, три, чотири, шість, сім або вісім лопатеї. Оцінка впливу характеру взаємодії лопатеї з оброблюваною сумішшю здійснюється шляхом зміни кута встановлення лопатеї і визначення однорідності суміші та невивантаженої частини бетону, що залишився в барабані.



а)



б)



в)

Рисунок 5. Конструктивне виконання пристроїв для вимірювання потужності за допомогою автоматизованої системи реєстрації дослідних даних.

Останнім етапом встановлюється зв'язок між показником неоднорідності суміші і геометричними параметрами лопатеї за сталого часу на перемішування. Кути встановлення лопатеї змінюються в межах від 0 до 40° для горловинної і від 0 до 50° для донної лопатеї. Для статистичної обробки результатів експериментальних досліджень використовується пакет розширення Statistics Package програмного продукту «Maple v.9–15». В деяких випадках обробка за допомогою методу найменших квадратів замінюється апроксимацією з міркувань зручності емпіричного запису.

Висновки

1. Розроблена конструкція стенда для визначення основних параметрів гравітаційних бетонозмішувачів, яка включає вимірювання частоти обертання, потужності та якості перемішаної суміші залежно від параметрів робочого органу, а саме для різних форм та розмірів барабана та змішувальних лопатей.
2. Розроблено методику виконання експериментальних досліджень для встановлення граничних та найбільш раціональних значень вишукуваних конструктивних параметрів гравітаційних бетонозмішувачів.
3. Розроблений лабораторний стенд може бути використаний в подальшому для проведення дослідження параметрів барабанів та їх робочих органів будь-якої форми і розмірів.

Література

1. Назаренко І.І. Машины для виробництва будівельних матеріалів: Підручник. – К.: КНУБА, 1999. – 488 с.
2. Бауман В.А., др. Механическое оборудование предприятий строительных материалов изделий и конструкций: Учебник для строительных вузов. / В.А. Бауман, Б.В. Клушанцев, В.Д. Мартынов. – М.: Машиностроение, 1981. – 324с.
3. Королев К.М. Интенсификация приготовления бетонной смеси. – М.: Стройиздат, 1976. – 145с.
4. Бауман В.А. Применение принципа теории подобия при исследовании барабанов бетономешалок. // Исследование машин и механизмов для строительных и дорожных машин. – М.: Машгиз, 1950.
5. Клименко М.О. Вплив конструкції лопатевого апарату на якість гравітаційного перемішування будівельних сумішей / М.О. Клименко // Техніка будівництва. Науково-технічний журнал. – К.: МП Леся. – 2013. – №31. – С.
6. ISO 18650-2:2006 Building construction machinery and equipment - Concrete mixers - Part 2: Procedure for examination of mixing efficiency. – 2006. – 19p.