

УДК 666.97.052.3

Назаренко І.І., Клименко М.О., Чичур А.І., Сахно С.В.¹

ПЕРСПЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ АВТОБЕТОНОЗМІШУВАЧІВ

АНОТАЦІЯ. Розглянуті основні тенденції розвитку машин для транспортування та перемішування бетонних сумішей. Подані критерії оцінки для порівняння автобетонозмішувачів незалежно від об'єму барабана та особливостей конструктивного виконання.

Ключові слова: конструкція автобетонозмішувача, об'єм барабана, критерії оцінки, ефективність перемішування, енергоефективність.

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены основные тенденции развития машин для транспортирования и перемешивания бетонных смесей. Приведены критерии оценки для сравнения автобетоносмесителей независимо от объема барабана и особенностей конструктивного исполнения.

Ключевые слова: конструкция автобетоносмесителя, объем барабана, критерии оценки, эффективность перемешивания, энергоэффективность.

ANNOTATION. Basic progress of machines trends are considered for a portage and mixing of concrete mixtures. Criteria over of estimation for comparison of mixer truck regardless of volume of drum and features of structural execution are given.

Key words: construction of truck mixer, drum volume, criteria of estimation, efficiency of mixing process, energy efficiency.

Вступ. З поширенням в Україні монолітно-каркасного технології як в багатоповерховому, так і в індивідуальному будівництві вимоги до ефективності транспортування бетонних сумішей постійно зростають. Отримання суміші належної якості можливе лише за допомогою сучасної спецтехніки доставки будівельних сумішей, яка б забезпечувала якісне та швидке виконання будівельних робіт. В нашій країні такими машинами є переважно автобетонозмішувачі.

Постановка проблеми. Незважаючи на досить усталену конструкцію автобетонозмішувачів, їх розвиток за останні 15 років пережив значних змін. Це пов'язано як з поступовим вдосконалення конструкції автобетонозмішувачів в цілому, і окремих його вузлів зокрема, так і з економічними чинниками. Отже, важливим моментом є встановлення особливостей конструкції такого класу машин та перспективних напрямків їх розвитку.

Аналіз досліджень. Значну увагу дослідженням автобетонозмішувачів було приділено у 80-90-х роках радянськими вченими, такими як Корольов К.М. [1], Португальський Л.М., Плавельський Є.П. та ін. Ними були сформульовані основні напрямки розвитку автобетонозмішувачів та їх застосування в будівельному виробництві. Подальші дослідження сфокусовані переважно в напрямку вивчення стійкості бетонотранспортних машин [2] та динаміки їх руху [3], а також особливостей конструкції автобетонозмішувачів окремих виробників [4-9]. На даний момент відсутні узагальнені відомості як щодо конструкцій таких машин так і критеріїв оцінки ефективності їх роботи, що є важливим для проведення оцінки та порів-

няння багато чисельних машин для транспортування бетонних сумішей.

Мета дослідження. Виконати аналіз основних особливостей конструкцій автобетонозмішувачів, а також узагальнення підходів провідних світових виробників у питаннях поліпшення конструкції та інтенсифікації роботи цих машин. Розробити критерії оцінки та порівняння автобетонозмішувачів, незалежно від об'єму барабана та відмінностей конструктивного виконання.

Основна частина. Розвиток автобетонозмішувачів (АБЗ) відноситься до початку 20-го ст. і пов'язаний з американськими виробниками машин для транспортування товарного бетону. В Радянському Союзі перші спроби виготовлення автобетонозмішувачів датовані 1938 р., коли на заводі "Червоний екскаватор" були виготовлені серійні моделі СССМ-738 на базі ЗІС-6 із об'ємом барабану 1,5 м³.

Основними світовими виробниками автобетонозмішувачів на сьогодні є такі як: Stetter, Liebherr, CIFA, IMER GROUP, Mulder, McNeilus, Terex, Con-Tech Manufacturing та ін. В СНД найбільшими виробниками слід вважати російські "КОМЗ-Експорт", що випускає серію змішувачів під торгівельною маркою "Tigarbo", ООО "Туймазинський завод автобетоновозів" ("ТЗА"), Машинобудівельний завод "Бецема", ООО «Дизель-ТС», білоруський Могильовський автомобільний завод ім. С.М Кірова (МоАЗ). Українські відомі виробники, такі як "Бетонмаш", на сьогодні втратили свої позиції як розробники автобетонозмішувального обладнання і випускають їх переважно за рахунок встановлення технологічного устаткування російських виробників на українсь-

¹ Назаренко І.І., д.т.н., проф. Київ. нац. ун-т буд. і арх.; Клименко М.О., асистент Київ. нац. ун-т буд. і арх.;

Чичур А.І., Сахно С.В. студенти Київ. нац. ун-т буд. і арх.

ких шасі.

Конструкції переважної більшості виробників АБЗ можна розділити на три типорозмірні гру-

пи: машини із об'ємом готової суміші до 6 м^3 (рис.1), $6-9 \text{ м}^3$ (рис. 2), 9 м^3 і більше (рис. 3).



Рис. 1. Автобетонозмішувач із об'ємом 5 м^3 .



Рис. 2. Автобетонозмішувач із об'ємом 7 м^3 .



Рис. 3. Автобетонозмішувач із об'ємом 9 м^3 .



Рис. 4. Автобетонозмішувач із об'ємом 12 м^3 на напівпричепі.

Історично склалось так, що на першому етапі розвитку через відсутність потужних базових шасі найбільшого поширення мала перша група з об'ємами барабанів 4 та 5 м^3 . Проте сьогодні, в зв'язку з інтенсифікацією будівельного виробництва переважний наголос робиться на конструкціях із об'ємом барабана 7 та 9 м^3 , які вважаються найбільш економічно доцільними в експлуатації і займають у виробничих програмах заводів до 75% від усієї кількості автобетонозмі-

шувачів. Цікавим є факт, що часто змішувачі із об'ємом барабана 6 і 7 м^3 та 8 і 9 м^3 монтується на одному і тому самому шасі, що, вірогідно, і обумовлює вибір споживачем моделей із більшим об'ємом. При цьому, якщо автобетонозмішувачі першої типорозмірної групи переважно встановлюються на 2-х вісному ході (рис. 1), друга група - на 3-х вісному (рис. 2), то остання пропонується як на 3-х або 4-х вісному шасі (рис. 3), так і на напівпричепі (рис. 4).

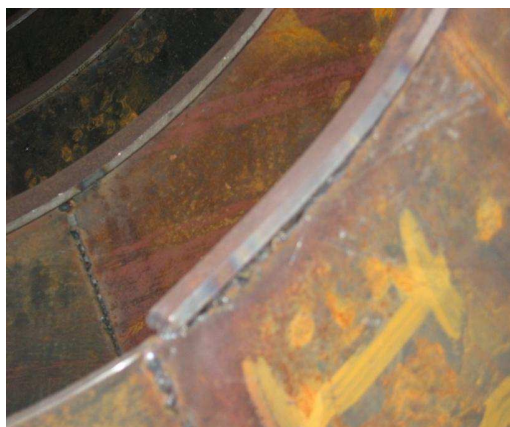


Рис. 5. Т-подібний захист ($30 \times 8 \text{ мм}$) на поверхні шнека барабанів фірми Stetter.

Барабан і внутрішні змішувальні елементи виготовляються з зносостійкої сталі 17ГС та 10ХСНД товщиною: дно барабана – 6 мм , конус дна і центральна частина - від $4,5$ до 5 мм , конус



біля розвантажувального отвору – 3 мм . Г- або Т-подібний захист на поверхні шнека захищають одну або обидва боки шнека та забезпечують більшу жорсткість та міцність від деформацій.

Барабани останніх моделей виконані із збільшеним (до 2300...2350 мм) діаметром циліндричної частини. При цьому для моделей із об'ємом барабана більше 8 м³ характерне використання вже чотирьох конічних частин, які одночасно мають збільшену довжину та кут нахилу внутрішніх шнеків. Такі на перший погляд незначні зміни дозволили збільшити на 10-15% корисний об'єм барабану, зменшити його кут нахилу і, як наслідок, перерозподілити навантаження між колесами, знизити центр мас, а отже, збільшити швидкість пересування автобетонозмішувача.

Для розширення можливого використання баки для води, а в деяких випадках і змішувальні барабани виконують із підігрівом вихлопними газами двигуна. Завантажувально-розвантажувальні лотки обладнують вкладиша-



ми, що зменшує зношування лотків та полегшує процес їх ремонту.

Огляд закордонних зразків автобетонозмішувачів дозволив виокремити певні особливості схем встановлення змішувального обладнання, яке прийнято поділяти із заднім (рис.1-4) і переднім (рис. 5-6) розвантаженням. Перевагами змішувачів із фронтальним вивантаженням бетонної суміші є більше навантаження задніх осей, а також максимальне наближення розвантажувального отвору до кабіни оператора, що полегшує процес вивантаження і дозволяє здійснювати його, навіть не виходячи з кабіни. Обладнання за такою схемою випускають McNeilus, Terex, Oshkosh. Об'єм барабана при цьому може досягати 9 м³.



Рис.6. Автобетонозмішувач з фронтальним вивантаженням фірм Oshkosh і Terex.

Для випадків транспортування бетонних сумішей в незначних об'ємах, американськими виробниками автобетонозмішувачів запропоновані схеми із встановленням барабану та його приводу на окремому причепі (рис. 7). Об'єм барабану обмежується значенням 3 м³, а його робота здійснюється виключно на будівельному майданчику в нерухомому стані. Серед країн СНД автобетонозмішувальне обладнання такого об'єму випускає тільки завод "Дизель ДС" (рис. 8).

В тих випадках коли будівельний майданчик обмежений в розмірах доступу (особливо по висоті) використовуються схеми із горизонтальним барабаном (рис. 9), що мають крім того посилену колісну базу та поліпшену прохідність. Ці машини знайшли широкого використання при спорудженні тунелів, шахт, підземних паркінгів, кар'єрів, тощо.

Аналізуючи особливості конструкцій авто бетонозмішувачів, слід зазначити широке



Рис. 7. Причпний змішувач із об'ємом 3 м³.



Рис. 8. Автобетонозмішувач фірми "Дизель ДС" об'ємом 2 м³.



Рис. 9. Змішувач з горизонтальним барабаном фірми Normet.

використання в конструкції допоміжного обладнання, яке полегшує та прискорює процес вивантаження та розподілення бетонної суміші на будівельному майданчику. Найпоширенішими конструкціями є встановлення на базовому шасі разом з барабаном бетононасоса (рис.10) продуктивністю від 50 до 65 м³/год. (максимальна висота подавання та виліт стріли 25-30 м); транспортера-живильника (рис.11) продуктив-



Рис. 10. Автобетонозмішувач з бетононасосом фірми Stetter.

Щодо приводу барабана – на сьогоднішній день використовуються три схеми: механічний через ланцюгову або зубчасту передачу від окремого двигуна внутрішнього згоряння; від



Рис. 12. Автобетонозмішувач з телескопічним лотком фірми IMERGROUP.



Рис. 10. Автобетонозмішувач BelAZ-75296 фірми БелАЗ.

ністю до 70 м³/год. (виліт стріли 12-16 м) або лотків набірної конструкції і змінної довжини (рис.12). Для автобетонозмішувачів, які виготовляються в США, характерне, крім того, використання додаткового опорного візка (рис.13), який встановлюється позаду змішувача і зменшує консольне навантаження на лоток під час вивантаження бетонної суміші з барабана. В транспортному положенні візок піднімається вгору.



Рис. 11. Автобетонозмішувач з конвеєром фірми IMERGROUP.

окремого двигуна внутрішнього згоряння через гідромеханічну або гідрооб'ємну трансмісію (рис. 14); від двигуна базової машини через коробку відбору потужності та гідропривод (рис. 15).



Рис. 13. Автобетонозмішувач з додатковим візком фірми Oshkosh.

Перший з методів практично повністю витиснений двома останніми. Використання окремого двигуна приводу дещо ускладнює конструкцію і збільшує його масу, але збільшує надійність у випадку відмови двигуна базової машини. Слід зазначити, що практично всі виробники мають у своїй виробничій програмі однакові моделі, що приводяться як моделі від автономного двигуна, так і від двигуна базової машини.

За відсутності дозувального обладнання компонентами значно ускладнюється



Рис. 14. Привод змішувального барабана від автономного двигуна.

процедура завантаження сировинними. Для таких випадків виробниками запропоновані конструкції із само завантаженням (рис. 16).

Розглянувши конструкції АБЗ було проведено аналіз технічних характеристик сто п'яти моделей АБЗ провідних виробників Європи та СНД. Результатами даного аналізу представлені в гістограмах питомої металоємності (рис. 17) та питомої енергоємності (рис. 18) для трьох умовних груп АБЗ: до 6 м^3 , від 6 до 9 м^3 та об'ємом більше 9 м^3 .



Рис. 15. Привод змішувального барабана від гідроприводу з відбором потужності від коробки відбору потужності шасі.



Рис. 16. Автобетонозмішувач з самозавантаженням.

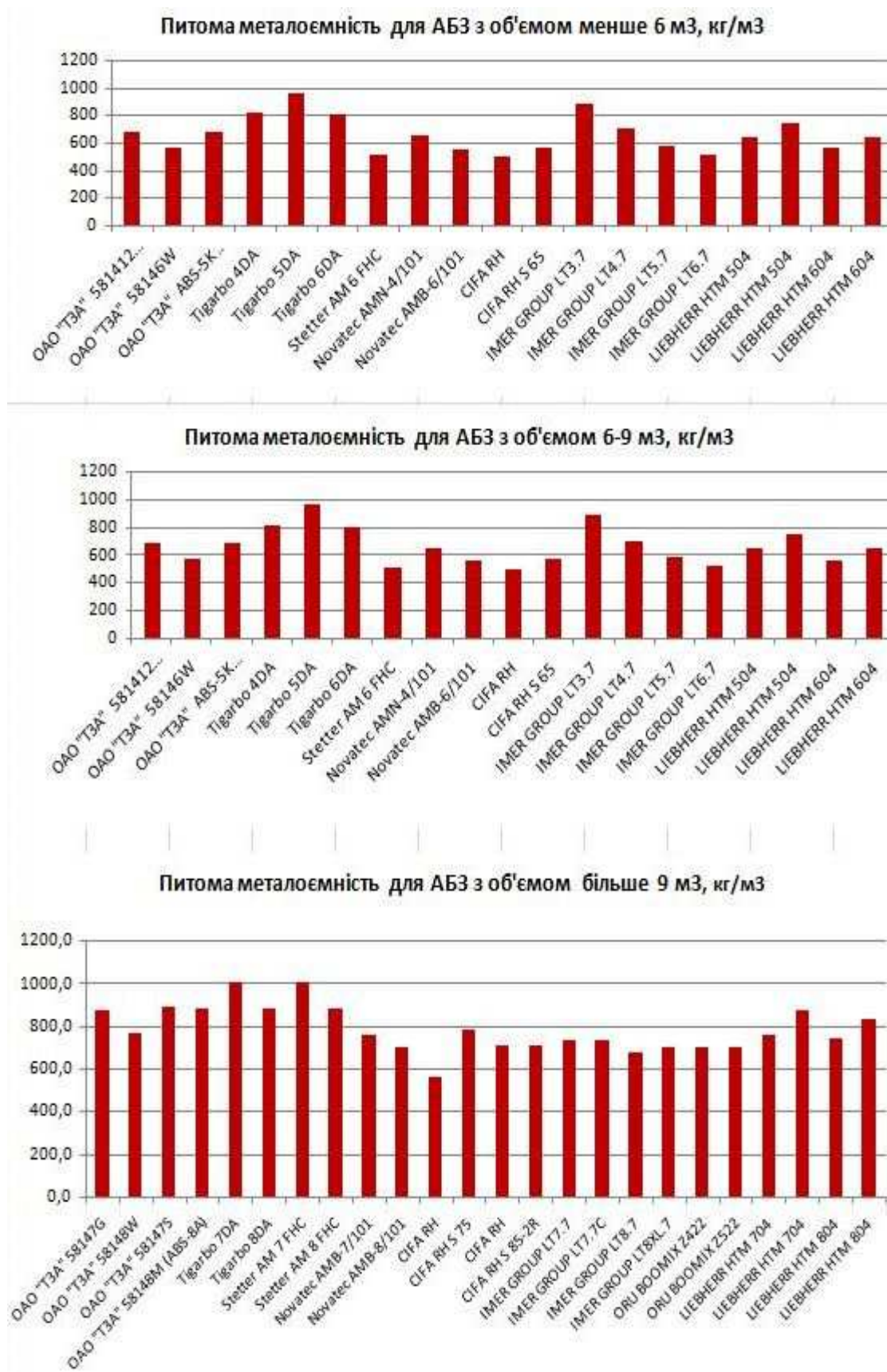


Рис. 17. Питома металоємність для трьох умовних груп.

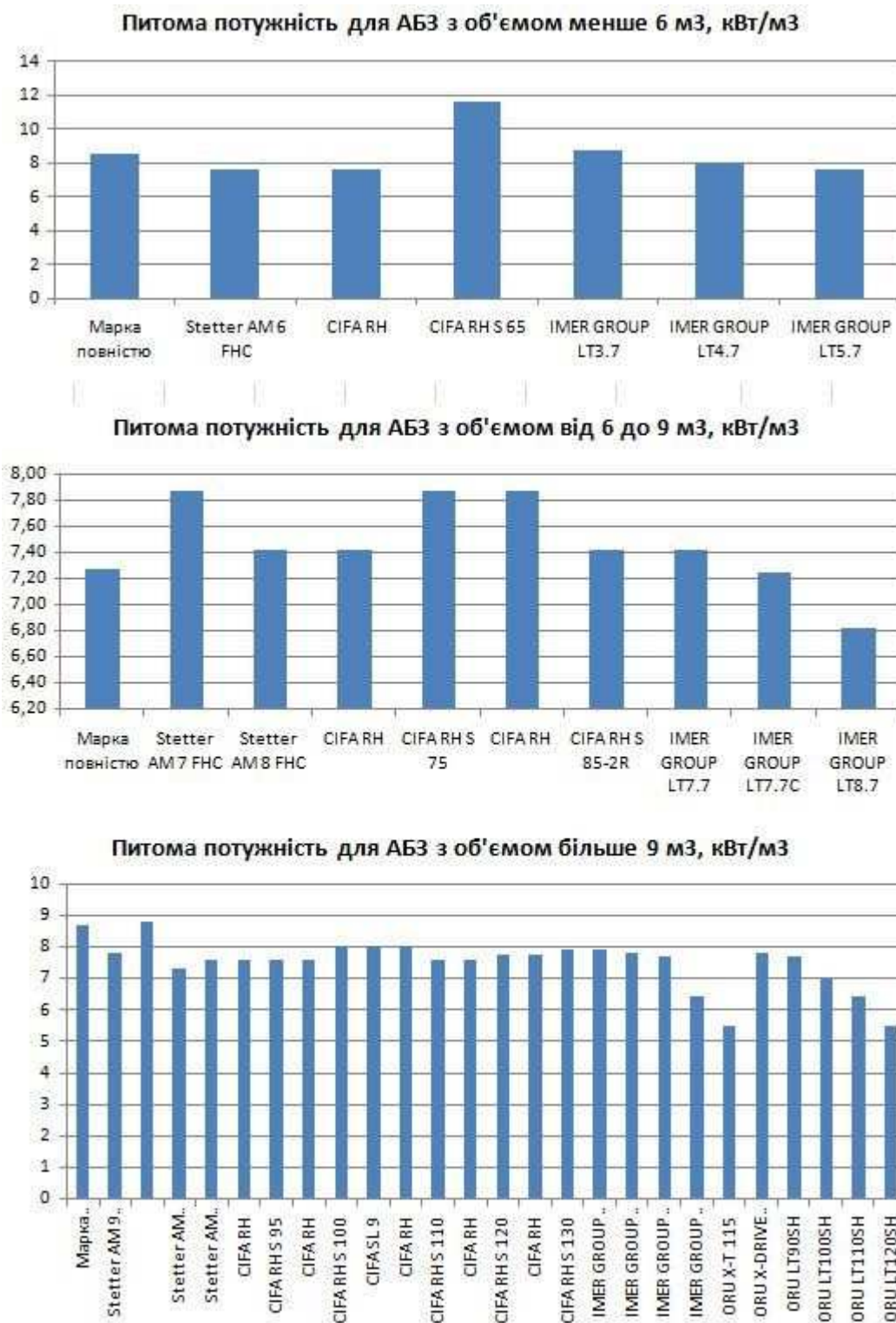


Рис. 18. Питома енергоємність.

Розглянувши дані гістограми можна дійти до висновку, який із виробників даного обладнан-

ня забезпечує найкращі показники, а отже має переваги у конструкції машин. Такими виробни-

ками є фірми Stetter, Liebherr, Cifa та IMER Group. Крім того аналіз окремих груп дозволили виявити найбільш ефективні на сьогодні об'єми автобетонозмішувачів. Такими є автобетонозмішувачі з об'ємом 7-9 м³.

Отриманий висновок підтверджується дослідженнями аналітичних агенцій, якими зазнача-

ється, що з точки зору економічної ефективності найбільш доцільними є конструкції на 7 і 8 м³. Той самий висновок підтверджує статистика продажу автобетонозмішувачів в Росії та європейському співтоваристві.

Висновки

Проведені дослідження дозволили виявити наступні закономірності та зробити такі висновки

1. Визначені основні конструктивні особливості сучасних автобетонозмішувачів. Конструкції автобетонозмішувачів спрямовані, переважно, для транспортування готової бетонної суміші або перемішування на кінцевому етапі шляху сировинних компонентів від дозованих на бетонних заводах.

2. Найбільш ефективними на сьогодні є автобетонозмішувачі фірм Stetter, Liebherr, Cifa з об'ємом 7 м³ та 9 м³.

3. Частота обертання барабана не повинна бути меншою 4 об/хв. і більшою 18 об/хв.

4. Мінімальна кількість обертів барабана після подачі в барабан усіх сировинних компонентів, включаючи воду, повинна бути 70...100 обертів. При цьому загальна кількість обертів барабана не повинна перевищити 300.

5. Інтенсивність вивантаження бетонної суміші повинна бути не меншою 0,76 м³ за 10 секунд, при рухомості суміші 25-50 мм.

6. Накладається обмеження на співвідношення геометричного об'єму барабана та об'єму готової суміші, виходячи з залежності:

$$V_{geom.} = 1,742708 \cdot V_{гот.сум.} - 0,665115 \text{ м}^3,$$

де $V_{гот.сум.}$ – об'єм готової суміші, м³.

7. Об'єм баку для води приймається рівним 250 л на кожен кубічних метрів суміші (для змішувачів, що обладнані системою подачі води та миття барабану).

Література

1. Королев К.М. Механизация приготовления и укладки бетонной смеси. – М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.
2. Плавельский Е. П. Поперечные колебания автобетоносмесителей / Е.П. Плавельский, Н.С. Гринберг, С.А. Сурков // Совершенствование рабочих процес сов автотранспортных средств: Сб. науч. трудов. Московский автомобильно-дорожный институт. – М.: Издание МАДИ, 1983. – С. 120–128
3. Зінько Р., Лозовий І., Дзелендзяк О., Бурніцький С. Дослідження динаміки руху автобетонозмішувача з урахуванням характеристик двигуна// Вісник ТДТУ. — 2010. — Том 15. — № 2. — С. 159-163
4. Vladimir Novoselov Mixer Passions. The Russian market of concrete mixer trucks // Строительная техника и технологии, - 2011, №7. – С. 84-87
5. Пархомчик П.А., Егоров А.Н., Семко С.Н. Автобетоносмесители Могилёвского автозавода// Строительные и дорожные машины, - 2010, №2. – С.5-7
6. Туймазинские автобетононасосы и автобетоносмесителя // Строительные и дорожные машины, - 2011. – №10. – С.4
7. Автобетоносмесители Terex с передней разгрузкой// Строительные и дорожные машины, - 2010. – №9. – С.13-14
8. Усовершенствованные автобетоносмесители компании Liebherr// Строительные и дорожные машины, - 2012. – №1. – С.53
9. Новоселов В.,Новикова А. Советский автобетоносмеситель с иностранным акцентом: из истории строительной техники// Строительная техника и технологии. - 2005. - №2. - С. 34-37.