Научно-производственная статья
УДК 693.542:002.5:658.011.47

ПОРТАТИВНЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ БЕТОНОСМЕСИТЕЛИ БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА БАЗЕ ЕДИНОЙ МОДУЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

В.В. Минин[1,2 *], Г.А. Кузнецов[1], А.Д. Мальков[1]

[1] Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
[2] Российская инженерная академия, Москва, Россия
[*] E-mail: vminin@rambler.ru

Аннотация. В России вырос спрос на технологическое оборудование, применяемое для перемешивания различных материалов при строительстве, производстве ремонтных работ, а также при восстановлении разрушенных в ходе боевых действий частных домов, зданий и сооружений. В статье представлен модельный ряд портативных гравитационных бетоносмесителей, созданных на базе единой модульной платформы. Разработаны оригинальные компоновки 7 моделей с объёмом барабана 70, 64, 60, 52 и 38 литров. Преимущества модульного проектирования позволили выработать конструктивные решения по улучшению мощностных, массогабаритных, технологических, эксплуатационных и экономических показателей бетоносмесителей бытового назначения за счет применения новых конструкционных материалов, нетрадиционных компоновок с альтернативными электромеханическими приводами. Экспериментальными исследованиями доказаны конкурентные преимущества, эффективность производства и эксплуатации портативных гравитационных бетоносмесителей. Это позволяет не только провести импортозамещение бетоносмесителей бытового назначения, но и в сочетании с имеющейся патентной защитой создавать экспортно-ориентированную продукцию на базе единой модульной платформы.

Ключевые слова: *портативный гравитационный бетоносмеситель; бытовой гравитационный бетоносмеситель; единая модульная платформа; модельный ряд; импортозамещение.*

Для цитирования: Минин В.В., Кузнецов Г.А., Мальков А.Д. Портативные гравитационные бетоносмесители бытового назначения на базе единой модульной платформы // *Вестник науки и образования Северо-Запада России*. 2025. Т. 11. № 2. С. 79-88.

Scientific-production article

PORTABLE GRAVITY CONCRETE MIXERS FOR DOMESTIC PURPOSES BASED ON A SINGLE MODULAR PLATFORM

V.V. Minin[1,2 *], G.A. Kuznetsov[1], A.D. Malkov[1]

[1] Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia
[2] Russian Engineering Academy, Moscow, Russia
[*] E-mail: vminin@rambler.ru

Abstract. In Russia, the demand for technological equipment used to mix various materials in the construction, repair work, as well as in the restoration of private houses, buildings and structures destroyed during the hostilities has grown. The article presents a range of portable gravitational concrete mixers created on the basis of a single modular platform. Original layouts of 7 models with a drum volume of 70, 64, 60, 52 and 38 liters have been developed. The advantages

© Минин В.В., Кузнецов Г.А., Мальков А.Д. 2025

of modular design made it possible to develop design solutions to improve the power, weight and size, technological, operational and economic indicators of domestic concrete mixers through the use of new structural materials, non-traditional layouts with alternative electromechanical drives. Experimental studies have proven competitive advantages, production efficiency and operation of portable gravitational concrete mixers. This allows not only to carry out import substitution of domestic concrete mixers, but also, in combination with the existing patent protection, to create export-oriented products on the basis of a single modular platform.

Keywords: *portable gravitational concrete mixer; domestic gravitational concrete mixer; single modular platform; model range; import substitution.*

For citation: Minin V.V., Kuznetsov G.A., Malkov A.D. Portable gravitational concrete mixers for domestic purposes based on a single modular platform // *Journal of Science and Education of the North-West Russia.* 2025. Vol. 11. No. 2, pp. 79-88.

Введение

В России перед машиностроителями поставлена задача создания технологического оборудования, обеспечивающего механизацию технологических процессов в различных отраслях промышленности. Перемешивание – один из самых распространенных технологических процессов, применяется для приготовления различных смесей и других подвижных материалов. Российская Инженерная Академия проводит научные исследования по совершенствованию техники для смешивания дисперсных материалов различного отраслевого назначения. Развитие Северных территорий, Сибири и Дальнего Востока невозможно без увеличения темпов индивидуального жилищного строительства.

Наиболее прогрессивными перемешивающими машинами являются цикличные гравитационные бетоносмесители. Они массово выпускаются, обладают высокими удельными показателями и совершенствуются быстрыми темпами. Опубликовано большое количество результатов исследований, направленных на повышение эффективности использования отечественных и зарубежных бетоносмесителей [1-4]. Тогда как по бытовым бетоносмесителям их гораздо меньше. По классификации [5], цикличные гравитационные бетоносмесители в зависимости от назначения подразделяются на бытовые (объём барабана мене 100 л), профессиональные (объём барабана от 100 до 250 л) и промышленные (объём барабана более 250 л).

В настоящее время в России наблюдается стремительное насыщение рынка строительного оборудования бытовыми и профессиональными гравитационными бетоносмесителями различных типоразмеров отечественного и китайского производства. Традиционная для бетоносмесителя такого типа компоновка включает Н-образную раму, опирающуюся на два колеса, и неподвижную опору, смесительный барабан, электромеханический привод, штурвал или ручку для опрокидывания барабана. Электромеханический привод состоит из электродвигателя, ременной передачи и конической зубчатой передачи.

Такую компоновку имеют отечественные бетоносмесители Лебедянского завода строительно-отделочных машин (Строймаш), однако данный завод не производит бытовых гравитационных бетоносмесителей. Считается, что в России экономически нецелесообразно изготавливать гравитационные бетоносмесители с объёмом барабана менее 100 л. Хотя бетоносмесители с малым объёмом барабана быстрее и качественнее перемешивают смешиваемые материалы, кроме того они легче, компактнее.

Анализ российского рынка строительного оборудования показал, что на нём присутствуют бытовые гравитационные бетоносмесители с малым объёмом барабана китайского производства под торговыми марками «Парма», «Вихрь», «Калибр», «Варяг», «Сибртех», «Кратон», Forza, Tor, Ferrua, Prorab, Tsunami, Redverg и др. Данные бетоносмесители выпускаются с объёмом барабана 46, 63, 65, 70 л. Существующая компоновка традиционных бытовых бетоносмесителей имеет ряд существенных

недостатков. В кинематической цепи бетоносмесителя используется открытая коническая передача, подвергающаяся абразивному износу продуктами перемешивания. Зубчатое колесо конической передачи имеет большие зазоры в зацеплении. Оно изготавливается выдавливанием впадин зубьев или прорезанием пазов под зубья на ободе стального барабана. Постоянно требуется регулировка зазора в зубчатом зацеплении. Большой зазор вызывает повышенный шум в работе до 97 дБ, малый зазор при попадании абразивного материала в зону контакта зубьев приводит к заклиниванию открытой передачи и выходу из строя электродвигателя и ременной передачи. Открытая коническая передача требует повышенной мощности электродвигателя для прокручивания барабана. Кроме того, бетоносмеситель имеет большие массу и габариты, высокую трудоемкость изготовления. При транспортировке бетоносмесителя требуется легковой автомобиль-фургон или грузовой прицеп к легковому автомобилю.

Современные бытовые бетоносмесители должны обладать следующими конкурентными преимуществами:

- меньшей стоимостью изготовления;
- простой технологией изготовления;
- меньшей массой и габаритами;
- меньшим энергопотреблением;
- меньшим шумом в работе;
- простотой эксплуатации, обслуживания и ремонта.

Для насыщения отечественного рынка и обеспечения строительной отрасли современными бетоносмесителями необходимо создать модельный ряд бетоносмесителей с широким диапазоном барабанов различного объёма.

По той же классификации [5] бытовые бетоносмесители в зависимости от объёма барабана подразделяются на бетоносмесители особо малого класса (объём барабана менее 60 л) и малого класса (объём барабана от 60 до 100 л). Разделение бетоносмесителей на классы позволило, с одной стороны, сделать их более конкурентоспособными, а с другой стороны – ближе к потребителю.

В данной статье представлены исследования по созданию модельного ряда портативных бетоносмесителей с малым объёмом барабана на базе единой модульной платформы (ЕМП), отличающихся высокими конструктивными, технологическими и эксплуатационными параметрами.

Портативные гравитационные бетоносмесители бытового назначения

Портативные бетоносмесители предназначены для приготовления бетонных и растворных смесей с крупностью заполнителя до 30 мм, а также для перемешивания сыпучих материалов. Область применения портативных бетоносмесителей бытового назначения – индивидуальное жилищное строительство, а также строительство гаражей, дачных построек, заливка фундаментов, изготовление тротуарных плиток и др. Физические лица, строительные организации, жилищно-эксплуатационные и дорожно-ремонтные предприятия могут быть потребителями бетоносмесителей

В Сибирском федеральном университете работают над созданием модельного ряда портативных цикличных гравитационных бетоносмесителей малого и особо малого класса на базе ЕМП с применением инновационного проектирования [6], а также с применением методов поиска новых технических решений, включая функционально-стоимостный анализ [7]. ЕМП создается с использованием блочно-модульного принципа проектирования с максимальным агрегатированием изделия и высокой унификацией узлов и деталей отечественного производства. Преимущество блочно-модульного принципа проектирования заключается в следующем: отработав один модуль бетоносмесителя, можно создать модельный ряд, изготавливая бетоносмесители в различном исполнении. При этом каждый модуль представляет группу сборочных единиц и может быть заменен в условиях

эксплуатации (при неисправности, выработке ресурса или модификации) без каких-либо дополнительных работ. Это повышает эксплуатационную и ремонтную технологичность бетоносмесителя.

Единая модульная платформа бетоносмесителя, по пат. РФ 154403[1] [8], состоит из 4 модулей: смесительный барабан, расположенный под углом к горизонтальной плоскости; рама, имеющая пару ручек и опирающаяся на четыре пяты; электромеханический привод, закрепленный на раме и состоящий из электродвигателя и редуктора приводящего в движение смесительный барабан. ЕМП представляет собой портативное устройство со смесительным узлом, у которого выгрузка смеси осуществляется опрокидыванием смесительного барабана вперед за счет поднятия одной стороны рамы за пару ручек.

В качестве аналогов для проведения сравнительного анализа конструкционных, технологических и эксплуатационных параметров были взяты бытовые гравитационные бетоносмесители китайского производства, технические параметры которых представлены в табл.1.

Таблица 1 – Технические параметры бетоносмесителей бытового назначения китайского производства

Параметры	Марка бетоносмесителя			
	Skiper CM70[2]	Кратон BeeTone70[3]	Redverg CM63[4]	Tor 46[5]
Объём барабана, л	70	65	63	46
Потребляемая мощность, Вт	375	220	250	150
Длина, м	1,1	1,1	1,09	1,07
Ширина, м	0,55	0,55	0,55	0,51
Высота, м	0,935	0,935	0,91	0,885
Масса, кг	27	28,5	25	22
Габаритный объём, м^3	0,566	0,566	0,548	0,483

Барабаны бетоносмесителей китайского производства изготавливаются из стали штамповкой. Верхняя конусная часть барабана выполняется толщиной 1 мм, нижняя цилиндрическая часть барабана – 1,5 мм. При этом коническое зубчатое колесо выполнено в виде прорезей на ободе барабана. Технологический процесс изготовления барабанов очень трудоёмкий и энергозатратный. Стальной барабан имеет большую массу от 10 до 12 кг, что составляет примерно половину массы бетоносмесителя.

Технические параметры 7 моделей портативных гравитационных бетоносмесителей малого и особо малого класса с объёмом барабана 70, 64, 60, 52 и 38 л, созданных на базе ЕМП, представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Технические параметры портативных бетоносмесителей малого класса

Параметры	Марка бетоносмесителя		
	ПБС70АЦР	ПБС64АЦР	ПБС60АЦР
Объём барабана, л	70	64	60

[1] Патент 154403 РФ МПК B 28 C 5/20. Гравитационный бетоносмеситель / Г.А. Кузнецов, 2015, Бюл. №23.

[2] Бетоносмеситель Skiper CM70. [Электронный ресурс]: URL: https://vseinstrumenti.ru/product/ (дата обращения 20.04.2025).

[3] Бетоносмеситель Кратон BeeTone 70. [Электронный ресурс]. URL: https://kraton.ru/catalog/ (дата обращения 20.04.2025).

[4] Бетоносмеситель Redverg RD CM 63L. [Электронный ресурс]. URL: https://www.220-volt.ru/catalog/ (дата обращения 20.04.2025).

[5] Бетоносмеситель TOR 46. [Электронный ресурс]. URL: https://gts-spb.ru/products/ (дата обращения 20.04.2025).

Потребляемая мощность, Вт	100	90	85
Длина, м	0,77	0,67	0,735
Ширина, м	0,5	0,5	0,48
Высота, м	0,68	0,57	0,63
Масса, кг	10,5	10	10
Габаритный объём, м^3	0,26	0,193	0,222
Количество деталей	17	17	17
Количество покупных изделий	14	14	14

Таблица 3 – Технические параметры портативных бетоносмесителей особо малого класса

Параметры	Марка бетоносмесителя			
	ПБС52АЦС	ПБС52АЧ	ПБС52ВЧ	ПБС38ВЧ
Объём барабана, л	52	52	52	38
Потребляемая мощность, Вт	65	70	70	50
Ток / Напряжение, V	Переменный / 220		Постоянный / 12	
Тип электродвигателя	Асинхронный		Коллекторный	
Тип редуктора	Цилиндрический соосный	Червячный		
Длина, м	0,655	0,595	0,6	0,535
Ширина, м	0,50	0,50	0,50	0,45
Высота, м	0,58	0,57	0,58	0,51
Масса, кг	12,5	10	7,5	6
Габаритный объём, м^3	0,19	0,17	0,174	0,123
Количество деталей	19	14	16	12
Количество покупных изделий	14	4	4	6

При создании портативных гравитационных бетоносмесителей применялись пластмассовые барабаны. При изготовлении таких барабанов использовались тазы объёмом 19, 26, 30, 32 и 40 литров, широко применяемые в строительстве при перемешивании бетонных и растворных смесей. Они выполнены из полиамида толщиной от 2 до 2,6 мм. Тазы широким основанием фланцуются друг к другу, а со стороны горловины в днище таза фрезеруется отверстие для выгрузки готовой смеси. Барабан весит от 2 до 3 кг в зависимости от модели бетоносмесителя.

Конструкции предложенных пластмассовых смесительных барабанов портативных бетоносмесителей отличаются большим разнообразием форм и размеров. Соотношение продольных и поперечных размеров барабана в решающей степени определяет технологическую характеристику бетоносмесителя. Так, при примерно одинаковом диаметре барабана, удлиненный барабан с объёмом 60 л обладает большей вместимостью перемешиваемой смеси, чем укороченный барабан с объёмом 64 л. При этом последний имеет меньшие массогабаритные характеристики.

Применение пластмассовых барабанов позволило уменьшить от 4 до 5 раз массу барабана и от 8 до 10 раз его стоимость, а также упростить технологию изготовления по сравнению со стальным барабаном. Преимущество данных барабанов заключается в том, что тазы различных объёмов массово выпускаются отечественной промышленностью. А также в случае износа или поломки барабана возможна его быстрая замена. В связи с этим, при производстве барабана замена металла пластмассой актуальна.

Рама портативных бетоносмесителей малого и особо малого класса представляет собой две продольные балки, соединенные с двумя траверсами. Изготавливается рама из уголка размером 25х25 мм или квадратной трубы размером 20 мм. Масса рамы составляет от 1,5 до 3 кг в зависимости от модели бетоносмесителя, что в 3-4 раза меньше, чем у

бетоносмесителей китайского производства. При изготовлении рамы не требуется сварочных работ, что упрощает технологию и уменьшает себестоимость изготовления.

Основным двигателем в электромеханических приводах бетоносмесителей малого класса является асинхронный электродвигатель переменного тока напряжением 220 V. Условия проведения и результаты экспериментов представлены в работе [5]. Экспериментальными исследованиями определена потребляемая мощность двигателя от 85 до 100 Вт в зависимости от нагрузки. Преимущество применяемых двигателей: закрытое исполнение, малая масса, массово выпускаются отечественной промышленностью.

В гравитационных бетоносмесителях используются различные виды приводов [8]. В исследуемых портативных гравитационных бетоносмесителях малого класса в качестве механической передачи применяется двухступенчатый цилиндрический редуктор, выполненный в двух вариантах: рядный и соосный. Преимущество данных редукторов: закрытое исполнение, большой КПД, малый шум и масса, компактность.

В электромеханических приводах бетоносмесителей особо малого класса применяется мотор-редуктор, имеющий коллекторный электродвигатель постоянного тока напряжением 12 V с возбуждением постоянными магнитами и металлополимерную червячную передачу. Экспериментальными исследованиями определена потребляемая мощность мотор-редуктора от 50 до 70 Вт в зависимости от нагрузки [5]. Преимущество мотор-редуктора: закрытое исполнение, малый шум и масса, компактность, электробезопасность, массово выпускаются отечественной промышленностью. Применение червячного мотор-редуктора в сочетании с пластмассовым барабаном позволило уменьшить шум в работе бетоносмесителя до 50-55 дБ. Приведенные выше механические передачи имеют повышенные надёжность и ресурс работы в связи с тем, что являются закрытыми и смазываемыми.

Следует отметить, что в результате проведенных экспериментальных исследований выявлена избыточная мощность используемых для привода бетоносмесителей электродвигателей. В совокупности с применением в приводах закрытых редукторов это позволило уменьшить потребляемую мощность электродвигателей от 2 до 3 раз по сравнению с бетоносмесителями китайского производства и применить двигатели меньшей номинальной мощности, массы и стоимости.

На рис.1-3 представлены портативные бетоносмесители малого и особо малого класса с объёмом барабана 70, 60, 52 и 38 л, созданные на базе ЕМП в различном исполнении. Опытные образцы бетоносмесителей изготовлены канд.техн. наук Кузнецовым Г.А.



а б

Рисунок 1 - Портативные бетоносмесители малого класса с электродвигателем напряжением 220 V, цилиндрическим двухступенчатым рядным редуктором: а – марка ПБС70АЦР с объёмом барабана 70 л; б – марка ПБС60АЦР с объёмом барабана 60 л

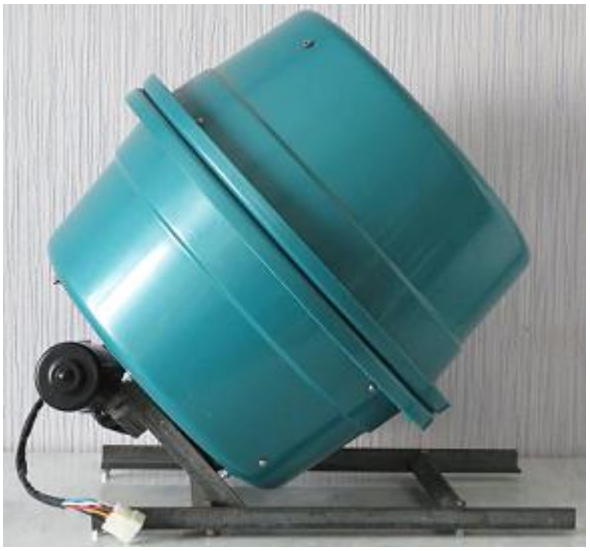


а



б

Рисунок 2 - Портативные бетоносмесители особо малого класса с электродвигателем напряжением 220 V, объёмом барабана 52 л: а – марка ПБС52АЦС с цилиндрическим двухступенчатым соосным редуктором; б – марка ПБС52АЧ с червячным редуктором



а



б

Рисунок 3 - Портативные бетоносмесители особо малого класса с электродвигателем напряжением 12 V, червячным редуктором: а – марка ПБС52ВЧ с объёмом барабана 52 л; б – марка ПБС38ВЧ с объёмом барабана 38 л

На простоту конструкции, трудоёмкость и себестоимость изготовления бетоносмесителя влияет количество изготавливаемых деталей и покупных изделий. Первых должно быть меньше, а вторых больше. У бетоносмесителя особо малого класса китайского производства марки Tor 46 количество применяемых деталей составляет 60 штук, а количество покупных изделий – 7 штук. В представленном молельном ряду портативных бетоносмесителей малого и особо малого класса количество изготавливаемых деталей составляет от 12 до 19 штук, количество покупных изделий – от 3 до 19 штук в зависимости от марки бетоносмесителя. В конструкциях бетоносмесителей количество изготавливаемых деталей уменьшилось от 3 до 5 раз, а покупных изделий увеличилось до 3 раз в зависимости от модели бетоносмесителя.

На трудоёмкость и себестоимость изготовления также влияют массогабаритные параметры бетоносмесителя. Чем легче и меньше изделие, тем оно дешевле. У представленных бытовых бетоносмесителей китайского производства масса и габаритный объём изменяются незначительно от 22 до 28,5 кг и от 0,483 до 0,566 м^3 соответственно. У разработанных портативных бетоносмесителей масса и габаритный объём значительно меньше и изменяются в больших пределах от 6 до 12,5 кг и от 0,123 до 0,26 м^3 соответственно. В этих конструкциях бетоносмесителей масса и габаритный объём уменьшились от 2 до 4 раз в зависимости от модели бетоносмесителя.

Созданные портативные бетоносмесители имеют меньшее количество деталей, технологичны и дешевы в изготовлении, надёжны и просты в эксплуатации. Применение в конструкции массово выпускаемых деталей и узлов позволило уменьшить стоимость изготовления бетоносмесителей.

Представленный модельный ряд портативных гравитационных бетоносмесителей бытового назначения помимо выше перечисленных конкурентных преимуществ обладает дополнительными конкурентными преимуществами:

- портативность – переносится одним человеком;
- транспортабельность – перевозится в легковом автомобиле;
- компактность при хранении – меньший габаритный объём;
- автономность – электропитание от аккумулятора;
- электробезопасность – работа во влажных подвальных помещениях.

Модульное проектирование позволило из ограниченного числа функционально законченных и конструктивно согласуемых модулей получать различные типоразмеры портативных бетоносмесителей. Это позволит быстро и эффективно перенастраивать производство в зависимости от потребления рынком тех или иных типоразмеров бетоносмесителей.

Заключение

На основе научно-технического задела предложена масштабируемая технология создания модельных рядов портативных гравитационных бетоносмесителей на базе единой модульной платформы с максимальной унификацией узлов и деталей, которая показала экономическую целесообразность изготовления отечественных бетоносмесителей бытового назначения. Применение модульного проектирования позволили выработать конструктивные решения по улучшению мощностных, массогабаритных, технологических, эксплуатационных и экономических показателей бетоносмесителей бытового назначения за счет применения новых конструкционных материалов, нетрадиционных компоновок с альтернативными электромеханическими приводами. Экспериментальными исследованиями доказаны конкурентные преимущества, эффективность производства и эксплуатации портативных гравитационных бетоносмесителей. Это позволяет не только провести импортозамещение бетоносмесителей бытового назначения, но и в сочетании с имеющейся патентной защитой создавать экспортно-ориентированную продукцию, что приобретает особую значимость для российской экономики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Автобетоносмесители и автобетононасосы. Развитие. Конструкция. Расчёт: учебное пособие / В.И. Баловнев, С.Н. Иванченко, Р.Г. Данилов, В.В. Сидорков. Хабаровск: Тихоокеанский гос. ун-т, 2021. 186 с.

2. Оптимизация инновационной строительной и транспортной техники, экспериментальная оценка результатов: учебное пособие / В.И. Баловнев, С.Н. Глаголев, Р.Г. Данилов, М.Д. Герасимов. Белгород: БГТУ, 2019. 284 с.

3. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А. Скель В.И. К вопросу производительности и унификации гравитационных бетоносмесителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. №11. С. 138-143.

4. Гусев Б.В. Применение методов теории подобия и анализа размерностей при изучении влияния основных технологических факторов на свойства бетона // Технологии бетонов. 2014. №9. С. 20-21.

5. Кузнецов Г.А. Минин В.В., Зяблов С.Ф. Малогабаритные гравитационные бетоносмесители: монография / Под ред. В.В. Минина. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2003. 188 с.

6. Минин В.В., Гришко Г.С., Клешнин В.Ю. Методология инновационного проектирования наземных транспортно-технологических комплексов: учебное. пособие. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2021. 108 с.

7. Минин В.В., Кузнецов Г.А., Мальков А.Д. Снижение материалоёмкости конструкций бытовых бетонорастворосмесителей гравитационного типа // Строительные и дорожные машины. 2022. №5. С. 7-13.

8. Борбак-оол Н.С. Обзор приводов гравитационных смесителей // Вестник Тувинского государственного университета. Технические науки. 2023. №1. С. 63-70.

REFERENCES

1. Balovnev V.I., Ivanchenko S.N., Danilov R.G., Sidorkov V.V *Avtobetonosmesiteli i avtobetononasosy. Razvitie. Konstruktsii. Raschet: uchebnoe posobie* [Truck-mounted concrete mixers and truck-mounted concrete pumps: text book]. Khabarovsk: Pacific State University Publ., 2021. 186 p.

2. Balovnev V.I., Glagolev S.N., Danilov R.G., Gerasimov M.D. *Optimizatiya innovationnoy stroitel'noy i transportnoy tekhniki, eksperimental'naya otsenka rezul'tatov: uchebnoe posobie* [Optimization of innovative construction and transport equipment, experimental evaluation of results: text book]. Belgorod: BGTU Publ., 2019. 284 p.

3. Telichenko V.I., Kaytukov B.A., Skel' V.I. *K voprosu proizvoditel'nosti i unifikatsii gravitatsionnykh betonosmesiteley* [On the issue of productivity and unification of gravity concrete mixers]. *Vestnik BGTU im. V.I. Shukhova*. 2017. No. 11, pp. 138-143.

4. Gusev B.V. *Primeneniye metodov teorii podobiya i analiza razmernostey pri izuchenii vliyaniya osnovnykh tekhnologicheskikh faktorov na svoystva betona* [Application of methods of similarity theory and dimensional analysis in studying the influence of the main technological factors on the properties of concrete]. *Tekhnologii betonov*. 2014. No. 9, pp. 20-21.

5. Kuznetsov G.A., Minin V.V., Zyablov S.F. *Malogabaritnye gravitacionnye betonosmesiteli: monografiya* [Small-sized gravity concrete mixers: monograph]. Ed. by V.V. Minin. Krasnoyarsk: Siberian Federal University Publ., 2023. 188 p.

6. Minin V.V., Grishko G.S., Kleshnin V.Y. *Metodologiya innovacionnogo proektirovaniya nazemnykh transportno-tekhnologicheskikh mashin: uchebnoe posobie.* [Methodology of innovative design of ground transport and technological machines: text book]. Krasnoyarsk: Siberian Federal University Publ., 2021. 108 p.

7. Minin V.V., Kuznetsov G.A, Mal'kov A.D. *Snizhenie materialoyomkosti konstrukcij bytovykh betonorastvorosmesitelej gravitacionnogo tipa* [Reducing the material consumption of structures of household gravity-type concrete and mortar mixers]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny*. 2022. No. 5, pp. 7-13.

8. Bobrak-ool N.S. *Obzor privodov gravitatsionnykh smesiteley* [Review of gravity mixer drives]. *Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki*. 2023. No. 1, pp. 63-70.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT AUTHORS
Минин Виталий Васильевич – доктор технических наук, доцент, академик Российской инженерной академии, Сибирский федеральный университет (660041, Россия, г. Красноярск, пр. Свободный 79/10, e-mail: vminin@rambler.ru)	*Minin Vitaliy Vasil'evich* – Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., Academician of the Russian Academy of Engineering, Siberian Federal University (660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodnyj ave. 79/10, e-mail: vminin@rambler.ru)
Кузнецов Геннадий Аркадьевич – кандидат технических наук, доцент, Сибирский федеральный университет (660041, г. Красноярск, пр. Свободный 79/10, e-mail: gkuznecov@mail.ru)	*Kuznetsov Gennadiy Arkad'evich* – Ph.D. (Eng.), Assoc. Prof., Siberian Federal University (660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodnyj ave. 79/10, e-mail: gkuznecov@mail.ru)
Мальков Антон Дмитриевич – аспирант Сибирский федеральный университет (660041, г. Красноярск, пр. Свободный 79/10, e-mail: AMalkov2000@yanex.ru)	*Malkov Anton Dmitrievich* - postgraduate student, Siberian Federal University (660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodnyj ave. 79/10, e-mail: AMalkov2000@yanex.ru)

Статья поступила в редакцию 02.04.2025; одобрена после рецензирования 16.04.2025, принята к публикации 25.04.2025.
The article was submitted 02.04.2025; approved after reviewing 16.04.2025; accepted for publication 25.04.2025.