

DOI: 10.34031/article_5cb1e65b01af79.09622645

¹Кайтуков Б.А., ^{1,*}Скель В.И., ¹Горайнова П.О.¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Россия, 129337, Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

*E-mail: SkelVI@mgsu.ru

РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРИВОДА БЕТОНОСМЕСИТЕЛЕЙ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. Рассмотрена проблема выбора рационального ряда механизмов привода бетоносмесителей принудительного действия на базе унификации. Проведен анализ методик унификации различных систем, представленный последовательностью логических шагов, обеспечивающий рациональный подход к созданию перспективных конструкций и повышению технического уровня смесителей. Предложенная методика унификации механизмов роторных бетоносмесителей позволяет разработать новые производительные, энергосберегающие смесители с надежными механизмами привода рабочих органов. Описан процесс перемешивания в роторных смесителях, отличающиеся особенностью конструкции и режима работы рабочего органа, что позволило выбрать оптимальный скоростной режим работы. Анализ конструкции зарубежных перспективных роторных бетоносмесителей с планетарными механизмами привода, позволил предложить в качестве привода унифицированный модульный планетарный редуктор, позволяющий оптимально компоновать конструкцию бетоносмесителя, снизить массу, затраты на ТО и ремонт, за счет повышения качества изготовления и надежности работы.

Ключевые слова: бетоносмеситель принудительного действия, унификация, ротор, лопастной аппарат, блок-модуль, планетарный редуктор, специализация.

Введение. Приготовление качественных бетонов со свойствами, отвечающими требованиям потребителей, можно, используя надежное оборудование при перемешивании смесей. Совершенствование технологии приготовления прогрессивных бетонов предполагает интенсификацию рабочих процессов перемешивания компонентов смеси. В этой связи, разработка нового производительного, энергосберегающего смесительного оборудования с надежными механизмами привода их рабочих органов на основе передовых методов проектирования и изготовления является актуальной задачей. Конструктивные решения, которые были заложены ранее при разработке бетоносмесителей принудительного действия, наряду с положительным эффектом, на многие годы обусловили сохранение серьезных недостатков. Комплектующие элементы некоторых бетоносмесителей производились на специализированных заводах, но большинство деталей и узлов изготавливалось на старом оборудовании самими заводами, производящими смесители. Редукторы, которые выпускались на специализированных заводах, не удовлетворяли техническим требованиям проектировщиков. Они выпускались как законченные агрегаты, что лишало конструкторов возможности рационально учесть особенности создаваемой конструкции. Система редукторов общемашиностроительного производства состояла из рядов, построенных по принципу геометрической прогрессии, что не учитывает

различную плотность потребности редукторов по ряду.

Методология. Анализ рынка бетоносмесителей позволяет утверждать, что рациональное и эффективное решение вопросов унификации деталей и механизмов бетоносмесителей принудительного действия остается актуальным [1–5].

Под унификацией в технике понимают приведение разных видов, средств и продукции к наименьшему числу типоразмеров, форм и марок. При разработке унифицированных механизмов бетоносмесителей необходимо реализовать следующие задачи: обосновать необходимость производства требуемых типоразмеров смесителей; установить зависимость качества смесей от конструктивных параметров; создать унифицированные и надежные механизмы привода для рабочих органов смесителей на основе планетарных модулей. Анализ различных источников показал, что конструкции бетоносмесителей классифицируют по признакам: режиму работы и принципу смешивания компонентов. По принципу смешивания различают бетоносмесители принудительного действия, часто их называют роторными и гравитационные [1–9].

Процесс перемешивания в роторных смесителях отличается от процессов, происходящих в других смесителях. В этих смесителях орбиты составляющих отличаются вынужденным характером, обусловленным движением лопастей; чем больше частиц вовлекается в

движение, тем интенсивнее и процесс смешивания. В процессе смешивания преодолевается сила тяжести, кроме этого на частицы действуют силы инерции, силы внутреннего и внешнего трения.

К преимуществам бетоносмесителей роторного типа можно отнести активность процесса, а к недостаткам энергоемкость и ограниченное применение крупных заполнителей. Исследования по отечественным и зарубежным роторным бетоносмесителям с объемом загрузки от 100 до 3000 л, позволили установить скорости движения роторов отечественных смесителей в пределах от 1,4 до 3,6 м/с, а зарубежных от 1,8 до 3,5 м/с.

Лидерами по числу фирм и разнообразию выпуска бетоносмесителей роторного типа являются Германия, Италия, Китай, Швеция и Россия. Причем Россия в этом ряду занимает отдельную нишу.

В табл. 1 приведены технические характеристики бетоносмесителей принудительного действия, выпускаемые в России [1–11].

Эти бетоносмесители имеют оптимальные параметры в части размеров рабочих органов, схем лопастного аппарата и скорости движения ротора. По стандартам можно установить основные параметры смесителей и их ряды, причем в них регламентированы: объем, масса, мощность, но не оговорены скорости движения ротора.

Таблица 1

Характеристики бетоносмесителей принудительного действия

Технические характеристики	Марка бетоносмесителя					
	СБ-80	СБ-141	СБ-146	СБ-152	СБ-138	СБ-138А
Емкость смесительной чаши по загрузке, л	250	300	750	1000	1500	1500
Объем готового замеса, л	165	250	500	750	1000	1000
Количество циклов работы в час	40	40	40	40	40	40
Угловая скорость смесительного устройства, мин ⁻¹	31	27	32	15	20	20
Мощность электродвигателя, кВт	5,5	11	22	15	37	37
Угловая скорость ротора электродвигателя, мин ⁻¹	1440	1500	1520	975	1460	980
Внутренний диаметр чаши, мм	1400	1350	2200	2200	2600	2600
Скорость движения ротора, м/с	2,28	1,92	3,6	1,7	2,7	2,7

Задача определения оптимальной скорости вращения ротора решена в работах [10, 11]. Некоторые бетоносмесители комплектуются элементами иностранного производства. Рассмотрев кинематические схемы установили, что большая конструкторская деятельность по созданию роторных бетоносмесителей привела к многообразию схем и компоновок, что сдерживает повышение технического уровня смесителей и их комплектующих элементов.

Зарубежные фирмы при конструировании смесителей подходят с предположением, чем меньше деталей базовых элементов применяется при создании серии смесителей, тем проще и дешевле производство. Любой смеситель, предназначенный для выполнения работ, состоит из частей, объединенных совокупностью предложенных конструкторами технических решений. Повысить технический уровень бетоносмесителя, повышая надежность механизмов возможно, если разработать единые конструктивно-унифицированные модульные ряды, например, механизмов привода на основе планетарных

модулей [10, 11]. Создаваемая система унифицированных модульных планетарных редукторов механизмов привода роторных бетоносмесителей должна удовлетворять и отвечать критериям: дополнять существующую систему редукторов по номенклатуре и компоновке; давать возможность создать систему мотор-редукторов; позволить повысить надежность, снизить трудоемкость приготовления, энергоемкость и металлоемкость бетоносмесителей.

Модуль - основная наиболее технологически сложная и трудоемкая зубчатая часть механизма привода бетоносмесителя. Чтобы снизить трудоемкость изготовления деталей, необходимо спроектировать редуктор так, что модуль будет включать максимальное число одинаковых, небольших по размерам зубчатых колес, а такому требованию отвечает планетарный модуль. Важным аргументом в пользу принятия в качестве планетарного модуля в механизмах привода бетоносмесителей роторного типа является тот факт, что многие фирмы, например, Германии, Франции и Швеции применяют уни-

фицированные планетарные редукторы, производимые фирмой "Zahuradfabrik", Германия. Фирма заказчикам предлагает механизмы привода из планетарных модулей с различными размерами, нагрузочными характеристиками, передаточными числами и отношением, высокого качества и надежности.

Основная часть. При разработке унифицированных механизмов привода для отечественных роторных бетоносмесителей задача формулируется так, чтобы создать механизмы, которые малым количеством типоразмеров модулей охватили весь спектр механизмов роторных бетоносмесителей. Следует отметить, что применение планетарного редуктора позволяет снизить габаритные размеры, а при равной долговечности и одинаковом выходном моменте, например, с цилиндрическими и другими редукторами, позволяет снизить массу в три раза.

Для решения этих задач необходимо рассмотреть конструкции смесителей и выбрать схемы наиболее рациональные с точки зрения размещения планетарных редукторов. При привязке крышки смесительного барабана к роторному бетоносмесителю, сама крышка является силовым элементом и выполнена в виде жесткой сварной рамы. При малых размерах смесителя и небольших диаметрах смесительного барабана, такое конструктивное исполнение позволяет обеспечить минимальную материалоемкость. Такая конструкция используется в смесителях с объемом до 300 л. Недостаток этой конструкции является недоиспользование объема смесительного барабана. При конструктивном исполнении, когда привязка привода бетоносмесителя осуществляется на днище барабана через подшипниковую опору, расположенную внутри центрального стакана, привод может быть выполнен отдельно и заодно с подшипниковой опорой.

Крышка такой конструкции не является силовым элементом и может быть выполнена достаточно легкой, что очень важно для больших диаметров смесительного барабана. Преимущество этой конструкции заключается в том, что использовано пустующее пространство внутри центрального стакана, а это уменьшает осевой габарит. Такое исполнение часто используется в бетоносмесителях с объемом загрузки от 500 до 4500 л. Конструкция, когда привязка привода осуществляется к крышке смесительного барабана и привязкой смесительного механизма к днищу барабана используется в отечественных бетоносмесителях с объемом готового замеса в пределах от 300 до 1000 л. Конструкция позволяет крепление смесительного механизма на днище через подшип-

никовую опору, воспринимающую все нагрузки на смесительный механизм при перемешивании, кроме крутящего момента. Привод смесителя крепится на крышку, при этом крышка воспринимает нагрузку только от веса привода и от реактивного крутящего момента, поэтому может быть выполнен легкой ввиду малой нагруженности.

Рассмотрим далее для роторных бетоносмесителей два исполнения: с базировкой механизма привода на крышку смесителя и на днище чаши. При вращении ротора электродвигателя, вращается корпус планетарного редуктора относительно неподвижной части редуктора, закрепленной на крышке смесительного барабана. К корпусу редуктора жестко прикреплен ротор смесительного барабана, причем ротор вращается относительно неподвижных крышки барабана и самого барабана. Когда базирование осуществляется на дно чаши, через подшипниковую опору, планетарный редуктор с электродвигателем закреплен на ротор сверху. Подвижная часть редуктора установлена на крышку. При вращении ротора электродвигателя вращается подвижная часть планетарного механизма. Все усилия при перемешивании, кроме реактивного крутящего момента передаются подшипниковой опорой на днище смесительного барабана, а реактивный крутящий момент передается неподвижной частью редуктора на крышку. В таком исполнении важно то, что применен принцип базирования смесителя на один стержень, что позволяет упростить технологию изготовления, сборки элементов смесителя и повышает точность изготовления деталей. Подшипниковая опора выполнена без подвижных уплотнений, что повышает надежность механизма привода, такое исполнение позволяет оптимально вписать в механизмы привода бетоносмесителей принудительного действия унифицированный модульный планетарный редуктор [10, 11]. Анализ нагрузочных характеристик, крутящих моментов и передаточных отношений редукторов, выпускаемых бетоносмесителями роторного типа показал, что рационально принять в качестве редуктора планетарный модульный двухступенчатый (рядный) оформленный из блок-модулей. Все механизмы бетоносмесителей в табл.1, можно обеспечить несколькими типоразмерами планетарных модулей, принимая в качестве механизма привода модули с одинаковыми размерами эпициклов. Этот подход позволяет уменьшить массу, снизить трудоемкость и мощность бетоносмесителя и повысить несущую способность привода.

В табл. 2 представлены некоторые характеристики бетоносмесителей принудительного действия.

Планетарные модули выбираются из ряда модулей, табл. 3 [10, 11].

Таблица 2

Технические характеристики бетоносмесителей принудительного действия, отечественного производства

Марка смесителя	СБ-141	СБ-146	СБ-152	СБ-138
Параметры				
Объем по загрузке, л	375	750	1000	1500
Объем готового замеса, л	250	500	650	1000
Максимальная крупность заполнителя, мм	70	70	70	70
Мощность двигателя, кВт	11	22	30	37
Число оборотов ротора, 1/мин	31	28	26	23
**Параметры редуктора	$U_{ред}$	42,8	51,1	57,1
	$T_{кр}$, кгм	310	380	945
*Предлагаемая схема редуктора	50×92	50×110	80×128	80×128

* – обозначение двухступенчатого планетарного модульного редуктора, например, 50×92, где $a_{w1}=50$ мм и $a_{w2}=92$ мм

** U – передаточное число редуктора; $T_{кр}$, кгм – крутящий момент

Таблица 3

Технические параметры зубчатых планетарных модулей

Радиус осей сателлитов, r мм или межосевое расстояние a_w , мм	Передаточное число i	Ширина зубчатого венца, b_w , мм	
		Исполнение 1	Исполнение 2
40±1,6	6,0±0,2	25	20
50±2,0	7,5±0,25	30	25
80±3,2	8,5±0,35	45	35
90±3,6	5,6±0,22	50	35
112±4,4	6,7±0,16	60	40
125±5	7,5±0,25	75	45

Планетарные модули для двухступенчатых планетарных редукторов выбираются из ряда модулей (табл. 3), где оптимальным параметром типоразмера является радиус расположения осей сателлитов – r , мм или межосевое расстояние – a_w , мм. Конструктивно модули отличаются исполнением, которое характеризуется рабочей шириной зубчатых передач b_w , мм. Чтобы подобрать планетарный модуль, необходимо сравнить нагрузочные характеристики, передаточные отношения и скорости движения ротора с табличными данными модулей.

Для бетоносмесителя с объемом готового замеса 250 л, СБ-141, числом оборотов ротора $U_{рр}=31$ 1/мин, мощностью двигателя 11 кВт, $n_{дв}=1460$ 1/мин, принимаем в качестве первой ступени модуль - $a_{w1}=50$ мм, а второй ступени - $a_{w2}=92$ мм, тогда передаточное число двухступенчатого модульного планетарного редуктора (50×92) будет, $U_{пл}=42,79$, что позволяет получить число оборотов ротора $U_p=31,1$ 1/мин.

В табл. 2 приведены предполагаемые схемы планетарных модульных редукторов для СБ-146 (50×110); СБ-152 (80×128) и СБ-138 (80×128). Важной задачей при разработке конструкции этих смесителей является полное отсутствие подвижных уплотнений на выходном валу. На рис. 1 представлена схема двухступенчатого планетарного редуктора, выполняемого в виде сочетания двух планетарных модулей.

При вращении входной вал-шестерни (рис.1), вращение передается на сателлит 2, так как эпициклическая шестерня 3 остановлена, то вращается водило 7. С водилом 7 связана солнечная шестерня второго ряда 4, приводящее во вращение сателлит второго ряда 5. Эпицикл второго ряда остановлен, поэтому вращается водило второго ряда 6, выполненное за одно целое с корпусом редуктора. Конструкция планетарного редуктора не имеет ни одного подвижного уплотнения, через которые могут внутрь попасть абразивные частицы.

Для получения оптимальной конструкции бетоносмесителя, необходимо корпус планетарного редуктора соединить с осью с возможностью вращения, ротор соединяется жестко с корпусом редуктора, водило связано с двигателем, установлен в корпусе с возможностью вращения и соединена с чашей.

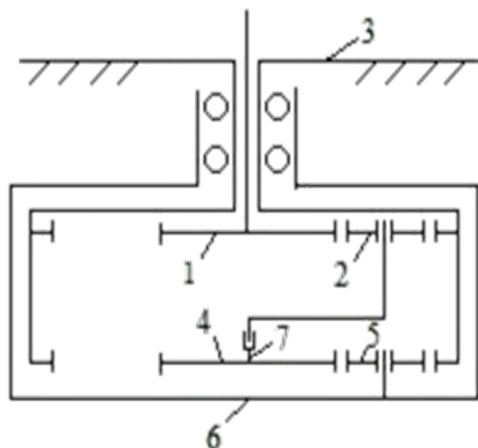


Рис. 1. Кинематическая схема двухступенчатого планетарного редуктора: 1 – вал-шестерня 1^{ой} ступени; 2 – сателлит 1^{ой} ступени; 3 – эпициклическое колесо; 4 – шестерня 2^{ой} ступени; 5 – сателлит 2^{ой} ступени; 6 – водило 2^{ой} ступени; 7 – водило 1^{ой} ступени

На рис. 2 представлена кинематическая схема планетарного двухступенчатого модульного редуктора для бетоносмесителя роторного типа, со схемой соединения модулей 125×125, числом оборотов ротора $n_p=23,85$ 1/мин, моментом на тихоходном валу $T_{кр}=1368,7$ кгм и $a_{w1}=a_{w2}=125$ мм.

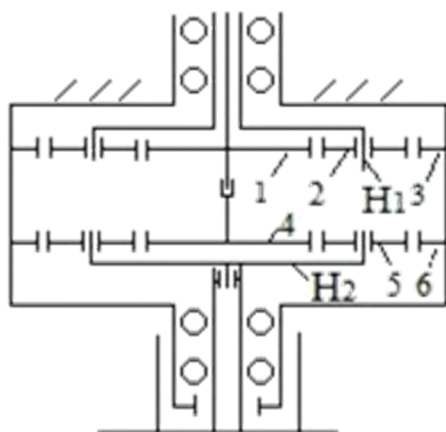


Рис. 2. Кинематическая схема планетарного двухступенчатого модульного редуктора бетоносмесителя: 1 – вал-шестерня 1^{ой} ступени; 2 – сателлит 1^{ой} ступени; 3 – эпициклическое колесо 1^{ой} ступени; 4 – вал-шестерня 2^{ой} ступени; 5 – сателлит 2^{ой} ступени; 6 – эпициклическое колесо 2^{ой} ступени; H_1 – водило 1^{ой} ступени; H_2 – водило 2^{ой} ступени

Выводы. Данная работа является технической подготовкой к применению планетарных модульных редукторов в механизмах привода бетоносмесителей и возможной организацией кооперации или производства на специализированном участке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Густов Ю.И., Степанов М.А., Кайтуков Б.А. Анализ конструктивно-расчетных схем бетоносмесителя // Механизация строительства. 2013. №12. С. 10–12
2. Королев К.М. Перспективы развития бетоносмесителей // Строительные и дорожные машины. 1984. №3. С. 10–12.
3. Густов Ю.И., Кайтуков Б.А., Григорьева М.Н. Повышение эффективности работы роторного бетоносмесителя принудительного действия // Механизация строительства. 2016. №11. С. 26–29.
4. Дейн Ф., Оргасс М. Влияние технологии приготовления бетонной смеси на характеристики высококачественных бетонов // Бетонный завод 2006. №1. С. 42–46.
5. Богомолов А.А. Теоретические и технические основы совершенствования смесительных машин для приготовления строительных смесей. Монография. Белгород, 2010.
6. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И. К вопросу производительности роторных бетоносмесителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2017. №2. С. 178–180.
7. Шарпапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Теория наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие. Белгород, 2014.
8. Юдин К.А., Харин Н.П. Проектирование смесителя с двунаправленным вращательным воздействием на материал // Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2016. № 4. С. 66–67.
9. Кайтуков Б.А., Скель В.И., Гоева Е.М. Повышение эффективности работы гравитационных бетоносмесителей // Механизация строительства 2017. №12. С. 50–53.
10. 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.
11. Теличенко В.И., Кайтуков Б.А., Скель В.И. Определение оптимальных скоростей движения лопастей роторных бетоносмесителей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №3. С. 80–84.

Информация об авторах

Кайтуков Батраз Амурханович, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации строительства. E-mail: KaitukovBA@mgsu.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

Скель Владимир Израилевич, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации строительства. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. E-mail: skelvi@mgsu.ru. Россия, 129337, Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

Горайнова Полина Олеговна, студент. E-mail: GoryainovaPO@mgsu.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26.

Поступила в ноябре 2019 г.

© Кайтуков Б.А., Скель В.И., Горайнова П.О., 2019

¹**Kaytukov B.A., ^{1,*}Skel V.I., ¹Goryaynova P.O.**

¹*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)*

Russia, 129337, Moscow, Yaroslavl highway, 26.

**E-mail: SkelVI@mgsu.ru*

DEVELOPMENT OF UNIFIED MECHANISMS OF THE DRIVER OF THE CONCRETE MIXERS OF FORCING ACTION

Abstract. *The issue of choosing a rational number of drive mechanisms of concrete mixers of forcing action based on unification is considered. The analysis of unification methods of various systems is carried out. It is represented by successive logical steps that provide a rational approach to the creation of promising designs and an increase in the technical level of mixers. The proposed methodology for unifying the mechanisms of rotary mixers allows the development of new, productive, energy-saving mixers with reliable mechanisms for driving working bodies.*

The mixing process in rotary mixers is described. It is distinguished by the design feature and operating mode of the working body, which made it possible to choose the optimal speed mode of operation. Analysis of the design of foreign promising rotary mixers with planetary drive mechanisms allows offering a unified modular planetary gearbox as a drive. It allows optimal composing of the concrete mixer design, reducing weight, maintenance and repair costs, by improving the quality of workmanship and reliability.

Keywords: *forced action concrete mixer, unification, rotor, paddle apparatus, block module, planetary gearbox, specialization.*

REFERENCES

1. Gustov Yu.I., Stepanov M.A., Kaytukov B.A. Analysis of design and design schemes of concrete mixers [Analiz konstruktivno-raschetnykh skhem betonosmesitelej]. Mechanization of construction. 2013. No. 12. Pp. 10–12. (rus)
2. Korolev K.M. Prospects for the development of concrete mixers [Perspektivy razvitiya betonosmesitelej]. Construction and road machines. 1984. No. 3. Pp. 10–12. (rus)
3. Gustov Yu.I., Kaytukov B.A., Grigorieva M.N. Improving the efficiency of the rotary concrete mixer forced action [Povyshenie ehffektivnosti raboty rotornogo betonosmesitelya prinuditel'nogo dejstviya]. Mechanization of construction. 2016. No.11. Pp. 26–29.
4. Dane F., Orgass M. The Effect of Concrete Mixing Technology on the Characteristics of High-Quality Concrete [Vliyaniye tekhnologii

prigotovleniya betonnoj smesi na harakteristiki vysokokachestvennykh betonov]. Concrete Plant. 2006. No.1. Pp. 42–46.

5. Bogomolov A.A. Theoretical and technical bases of improvement of mixing machines for preparation of construction mixes [Teoreticheskie i tekhnicheskie osnovy sovershenstvovaniya smesitel'nykh mashin dlya prigotovleniya stroitel'nykh smesej]. Belgorod, 2010. (rus)

6. Telichenko V.I., Kaytukov B.A., Skel V.I. On the performance of rotary mixers [K voprosu proizvoditel'nosti rotornykh betonosmesitelej]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov 2017. No. 2. Pp. 178–180. (rus).

7. Sharapov R.R., Uvarov V.A., Orekhova T.N. Theory of land transport and technological machines [Teoriya nazemnykh transportno-tekhnologicheskikh mashin]. Textbook. Belgorod, 2014. (rus)

8. Yudin K., Kharin N. P. Design of a mixer with bidirectional rotational effect on the material. [*Proektirovanie smesitelya s dvunapravlennym vrashchatel'nyim vozdeystviem na material*]. Computer-aided design in mechanical engineering, 2016. No. 4. Pp. 66–67. (rus)

9. Kaytukov B.A., Skel V.I., Goeva E.M. Improving the efficiency of gravity mixers [*Povyshenie ehffektivnosti raboty gravitacionnyh betonosmesitelej*]. Mechanization of construction. 2017. No.12. Pp. 50–53.

10. Telichenko V.I., Kaytukov B.A., Skel V.I. On the issue of productivity and unification of gravity mixers [*K voprosu proizvoditel'nosti i unifikacii gravitacionnyh betonosmesitelej*]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2017. No. 11. Pp. 138–143. (rus)

11. Telichenko V.I., Kaytukov B.A., Skel V.I. Determination of the optimal speeds of the rotor blades of concrete mixers [*Opredelenie optimal'nyh skorostej dvizheniya lopastej rotornyh betonosmesitelej*]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2017. No. 3. Pp. 80–84.

Information about the authors

Kaytukov, Batraz A. PhD, Associate Professor. Mechanization. E-mail: KaitukovBA@mgsu.ru. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, st. Yaroslavl highway, 26.

Skel, Vladimir I. PhD, Associate Professor. E-mail: skelvi@mgsu.ru. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, st. Yaroslavl highway, 26.

Goryainova, Polina O. student. E-mail: GoryainovaPO@mgsu.ru. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, st. Yaroslavl highway, 26.

Received in November 2019

Для цитирования:

Кайтуков Б.А., Скель В.И., Горяйнова П.О. Разработка унифицированных механизмов привода бетоносмесителей принудительного действия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 4. С. 151–157. DOI: 10.34031/article_5cb1e65b01af79.09622645

For citation:

Kaytukov B.A., Skel V.I., Goryainova P.O. Development of unified mechanisms of the driver of the concrete mixers of forcing action. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 4. Pp. 151–157. DOI: 10.34031/article_5cb1e65b01af79.09622645