

8. Обзор электрических инфракрасных обогревателей Enders. [Электронный ресурс]. Украина: Электромакс. - Режим доступа: <http://elektromax.com.ua>.
9. Болотских Н.Н. Совершенствование методики расчета систем инфракрасного панельного электрического отопления помещений. [Текст] / Н.Н. Болотских // «Научный вісник будівництва» Вип. 89 (3). Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. - 2017. - с. 141-147.
10. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Постанова Державного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 р., № 42. - 11с.
11. Шумилов Р.Н. Совершенствование методики расчета лучистого отопления [Текст] Материалы международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогасоснабжения и вентиляции» / Р.Н. Шумилов, Ю.И. Толстова, А.А. Поммер. Россия: М.: Изд. МГСУ, 2005. - с. 107-112.
12. Науменко А.В. Энергоэффективные системы отопления [Текст]: Учеб. Пособие / А.В. Науменко, П.В. Кузнецов, Ю.И. Толстых, Р.Н. Шумилов. Россия: Уральский государственный технический университет – УПИ, Екатеринбург, 2003. - 107 с.
13. Гвозденко Л.А. Обоснование допустимых нормативов облученности инфракрасным излучением в зависимости от его спектрального состава. [Текст]: / Л.А. Гвозденко // Журн. «Медицина труда и промышленная экология». - № 12. - 1999. - 32-35 с.

Болотських М.М., Болотських М.С. ЗОНАЛЬНИЙ ІНФРАЧЕРВОНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ОБІГРІВ НА ВІДКРИТИХ І НАПІВ-ВІДКРИТИХ МАЙДАНЧИКАХ. Описано технологічні схеми і технічні засоби зонального інфрачервоного електричного обігріву на відкритих і напіввідкритих майданчиках, дано їх аналіз, приведені рекомендації з подальшого їх використання.

Ключові слова: зональний інфрачервоний обігрів, електричні обігрівачі, довжина хвилі випромінювання, інтенсивність опромінення.

Bolotskykh N.N., Bolotskykh N.S. ZONAL INFRARED ELECTRIC HEATING AT OPEN AND SEMI-OPEN AREAS. Technological schemes and technical means of zonal infrared electric heating at open and semi-open areas are described, given their analysis, given recommendations for their further application.

Key words: zonal infrared heating, electric heaters, length wave of emitting, intensity irradiation.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-227-233
УДК 621.926.5

Емельянова И. А. Блажко В.В., Доброходова О.В.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры
(61002, Харьков, ул. Сумская 40; e-mail: Emeljanova-inga@ukr.net, Blagko-2008@ukr.net,
Helga_dov@ukr.net)*

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКТА МАЛОГАБАРИТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

В статье предложены схемы рациональной компоновки малогабаритных комплектов оборудования для выполнения различных видов работ в условиях строительной площадки. В качестве базовых машин данных комплектов, предложено использовать новые образцы оборудования для приготовления строительных смесей и их нанесение способом торкретирования. Предложена методика определения производительности технологического комплекта оборудования с учетом используемой базовой машины.

Ключевые слова: комплекты, оборудование, строительная площадка, насос, смеситель, резчик фибры.

Актуальность: В современном строительстве существенную роль при возведении зданий и сооружений играет монолитный железобетон с максимально возможным выполнением операций рабочего процесса непосредственно на строительной площадке. С этих позиций представляет интерес использование технологических комплексов оборудования.

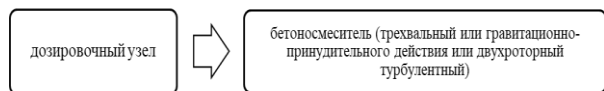
Анализ исследований и публикаций: Технологические комплексы обеспечивают в основном, последовательное использование на строительной площадке во время рабочего цикла отдельных машин и оборудования. Технологические комплексы характеризуются наличием общей рамы или станины, на которой размещены в общей технологической цепочке отдельные машины (оборудование), которые позволяют выполнение отдельных операций совместить во времени и при этом, существенно повысить производительность строительных работ (до 20...30%) при снижении энергозатрат до 20...25% [1, 2]. Ярким примером такой организации работ является использование предлагаемого технологического комплекта малогабаритного оборудования, в частности при работе на фибробетонных смесях с синтетическими волокнами [3].

Особого внимания заслуживает использование таких комплектов для изготовления конструкций и изделий непосредственно на объекте строительства способом мокрого торкретирования при безопасном бетонировании.

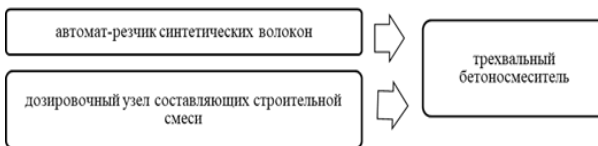
Цель исследования: подбор оптимальных комплектов малогабаритного оборудования для условий строительной площадки.

Основной материал и результаты: Предлагаемый комплект оборудования является универсальным, так как он может использоваться при соответствующих комбинациях оборудования, которое входит в состав такого комплекта:

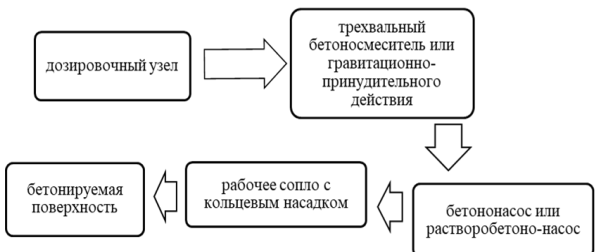
- для приготовления сухих строительных смесей



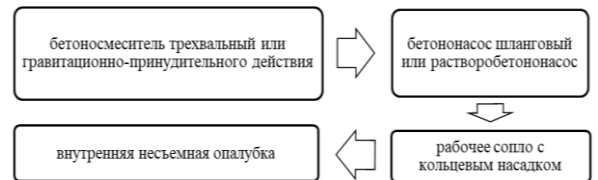
- для приготовления фибробетонных смесей



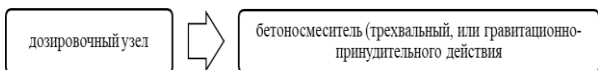
- выполнение набрызг-бетонных работ способом мокрого торкретирования



- безопасное бетонирование с использованием способа мокрого торкретирования



- для приготовления бетонных смесей и строительных растворов различного назначения



Все оборудование, которое включено в принципиальную схему рассматриваемого технологического комплекта, запатентовано в Украине и прошло широкую апробацию на строительных объектах, за исключением беспоршневого шлангового бетононасоса, который в настоящее время находится в стадии окончательной сборки.

Производительность технологического комплекта определяется производительностью базовой машины, которая включена в состав оборудования комплекта.

Варианты применения базовых машин отражены в структурной схеме (рис. 1). Согласно этой схеме в зависимости от вида выполняемых работ техническая производительность предлагаемого комплекта оборудования может быть определена либо по работе бетоносмесителей, либо по работе растворобетононасосов (бетононасосов).

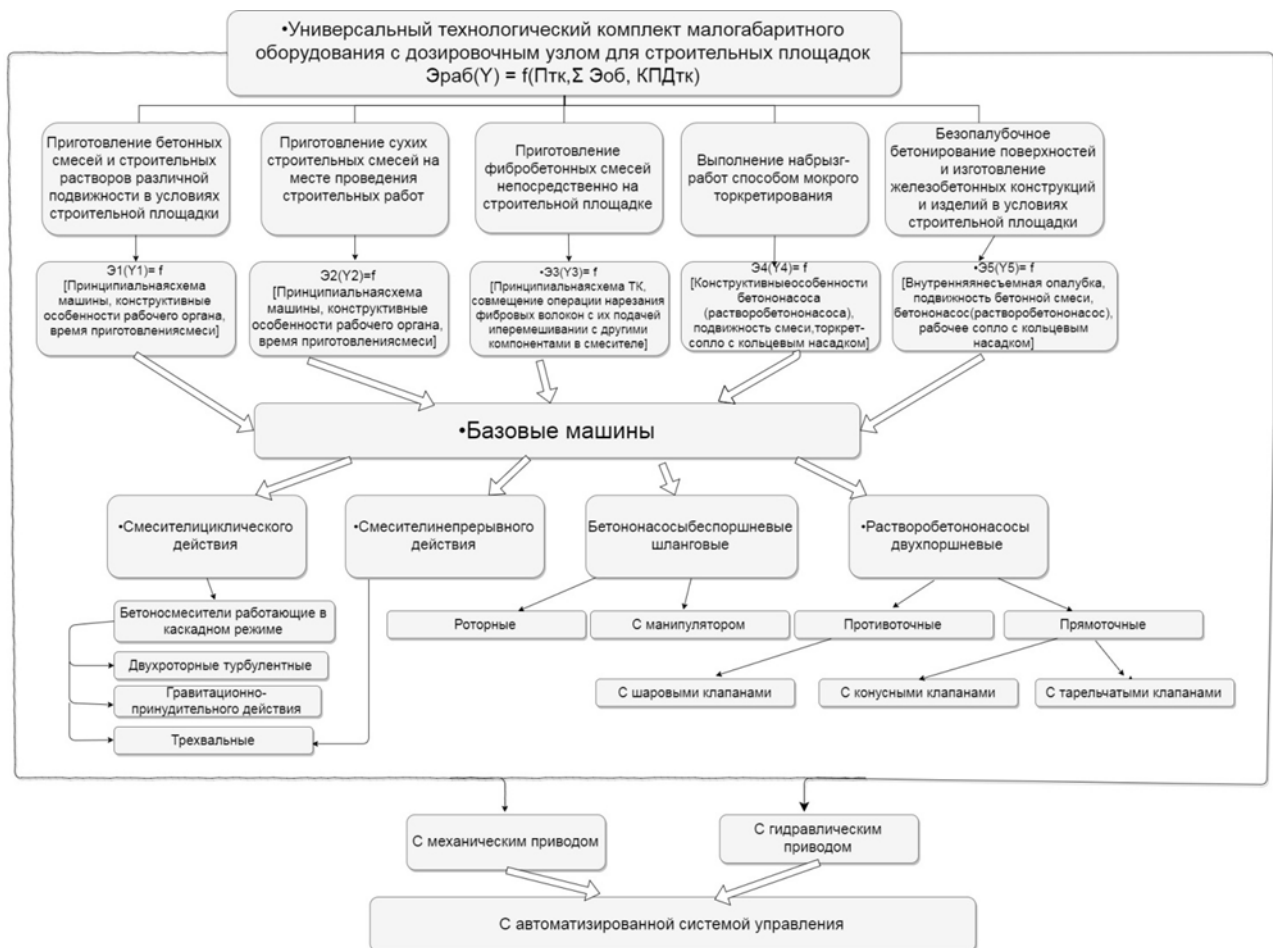


Рис. 1 Структурная схема к определению производительности универсального технологического комплекта малогабаритного оборудования для условий строительных площадок

По работе трехвального бетоносмесителя:

- при приготовлении бетонных смесей (растворов) различной подвижности, выполнении торкрет-работ, безопалубочном бетонировании [8]:

$$P_{\text{техн}} = 3600 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) b \cdot n \cdot Z_{\text{л}} \cdot \sin \alpha \cdot k_3^{\text{cp}} \cdot k_{\text{в}}^{\text{II}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1)$$

где b – ширина лопатки, м; $Z_{\text{л}}$ – количество лопаток среднего вала; α – угол атаки лопатки, град; D – диаметр по торцу лопатки среднего вала; d – диаметр среднего вала, м; n – частота вращения рабочего органа смесителя; k_3^{cp} – коэффициент загрузки компонентами смеси в зоне среднего вала; $k_{\text{в}}^{\text{II}}$ – коэффициент возврата смеси во второй зоне.

- при приготовлении фибробетонных смесей $P_{\text{техн}}^{\text{I}}$ определяется с учетом коэффициента, который учитывает процент максимально допустимого объема введе-

ния в бетонную смесь синтетических волокон. При этом, следует отметить, что частота вращения ножевой головки, которая нарезает фибровые волокна, должна строго согласовываться с частотой вращения рабочего органа смесителя [7]:

$$P_{\text{техн}}^{\text{I}} = 3600 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) b \cdot n \cdot Z \cdot \sin \alpha \cdot k_3^{\text{cp}} \cdot k_{\text{max фб}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2)$$

где $k_{\text{max фб}}$ – коэффициент, учитывающий допустимый объем поступления фибровых волокон в смеситель от автомата-резчика; $k_3^{\text{cp}} = 0,75$.

При приготовлении сухих строительных смесей средний вал может быть полностью выполнен в виде шнека, витки которого участвуют в процессе перемешивания сухих компонентов смеси с одновременным продвижением приготавливаемой смеси к выгрузочному отверстию машины.

Производительность технологического комплекта в случае приготовления

сухих строительных смесей определяется как:

$$P_{\text{техн}}^{\text{II}} = 60 \frac{\pi D^2}{4} S \cdot n \cdot k_{\text{обз}} \cdot (k_{\text{maxфб}}) \quad (3)$$

где D – диаметр винта шнека, м; S – шаг установки винтов шнека, м; n – частота вращения шнека, мин^{-1} ; $k_{\text{обз}}$ – объемный коэффициент заполнения компонентами смеси рабочего пространства шнека; $k_{\text{maxфб}}$ – коэффициент учитывается в случае приготовления сухих фибробетонных смесей.

По работе бетоносмесителя гравитационно-принудительного действия:

- при приготовлении бетонных смесей (строительных растворов) различного назначения, выполнении торкрет-работ безопасным способом бетонирования, при приготовлении сухих строительных смесей [8]:

$$P_{\text{экспл}}^{\text{III}} = 1800[\pi L_K (R_K^2 \cdot k_{\text{po}} - r_{\text{в}}^2) - \pi \cdot r_{\text{н}}^2 \cdot L_{\text{н}} \cdot Z_{\text{н}} - Z_1 \cdot b_1 \cdot h_1 \cdot c_1 - Z_2 \cdot b_2 \cdot h_2 \cdot c_2] \cdot \frac{k_{\text{вр}}}{t_{\text{ц}}} \quad (4)$$

где L_K, R_K – соответственно длина и радиус корпуса смесителя; k_{po} – коэффициент, учитывающий распределение объема смеси в корпусе смесителя ($k_{\text{po}} = 1,0$ при $k_{30} = 0,5$); $r_{\text{в}}$ – радиус вала, м; $r_{\text{н}}, L_{\text{н}}, Z_{\text{н}}$ – соответственно радиус, длина ножек лопаток вала и их количество; Z_1, b_1, h_1, c_1 – количество, длина высота и толщина лопаток корпуса смесителя, м; Z_2, b_2, h_2, c_2 – количество, длина, высота и толщина лопаток гравитационного вала смесителя, м.

В случае приготовления фибробетонных смесей следует учитывать процент ввода максимально допустимого количества синтетических волокон.

При определении $P_{\text{экспл}}^{\text{III}}$ следует учитывать также коэффициент использования машины по времени: $k_{\text{вр}} = 0,7 \dots 0,85$.

По работе двухроторного турбулентного бетоносмесителя:

- при приготовлении сухих строительных смесей [9]:

$$P_{\text{экспл}}^{\text{IV}} = 2400\pi \cdot h (R^2 + r^2 + R \cdot r) \cdot \frac{k_{\text{вр}}}{t_{\text{ц}}}, \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (5)$$

где h – длина корпуса смесителя, м; R – радиус нижних оснований корпуса смеси-

теля; r – радиус верхних оснований корпуса смесителя; $t_{\text{ц}}$ – время рабочего цикла; $k_{\text{вр}}$ – коэффициент использования машины по времени.

При выполнении торкрет-работ и безопасном бетонировании в качестве базовой машины может быть принят бетононасос или растворобетононасос. Укладка и уплотнение строительных смесей способом мокрого торкретирования, при этом, осуществляется с помощью рабочего сопла с насадком.

В качестве базовых машин рассматриваются универсальный беспоршневой шланговый бетононасос [10] и двухпоршневые растворо-бетононасосы [11].

Производительность предлагаемого технологического комплекта оборудования по работе шлангового бетононасоса:

- при выполнении набрызг-работ способом мокрого торкретирования и при безопасном бетонировании [3]:

$$P_{\text{техн}}^{\text{V}} = 60F \cdot v_{\text{ср}} \cdot Z \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6)$$

где F – площадь поперечного сечения шланга в бетононасосе м^2 ; $v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения бетонной смеси по транспортному трубопроводу, $\text{м}/\text{мин}$; Z – количество роликов ротора в насосе; k_1 – коэффициент, который учитывает постепенное возрастание усилия, создаваемого роликами ротора при сжатии снаружи шланга в его рабочей части внутри корпуса машины ($k_1 = 1,36$); k_2 – коэффициент, который учитывает надежность работы шланговой части насоса с учетом напряжения, которые появляются; k_3 – коэффициент, который учитывает условия подачи смеси бетононасосом по транспортному гибкому трубопроводу с учетом ее физико-механических свойств.

По работе двухпоршневых растворо-бетононасосов, работающих в аналогичных условиях:

- прямоточный растворобетононасос. Его производительность определяется по пропускной способности клапанов;

- с конусными подпружинными клапанами [12]:

$$P_{\text{техн}}^{\text{VI}} = \frac{\pi p}{8k_{6c}l} (R_2^2 - R_1^2) (R_2^2 + R_1^2 - \frac{R_2^2 - R_1^2}{\ln \frac{R_2}{R_1}}) \quad (6)$$

где p – давление в кольцевом сечении клапанного узла; R_1 – радиус основания клапана; R_2 – радиус корпуса растворобетонасоса; l – высота конусного клапана; $k_{бс}$ – коэффициент, учитывающий разрыв потока транспортируемой бетонной смеси при прохождении через седло клапана насоса ($k_{бс} = 0,8 \dots 0,85$).

- с шаровыми клапанами [13]:

$$P_{техн}^{VII} = \frac{4\pi \cdot v_{max} \cdot Re \cdot d_{седл\ кл}^2}{k_{бс}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7)$$

где v_{max} – максимальная скорость истечения бетонной смеси; Re – число Рейнольдса; $d_{седл\ кл}$ – диаметр седла клапана.

- с тарельчатыми клапанами [14]:

$$P_{техн}^{VIII} = k_{бс} \cdot \pi \cdot r_{седл\ кл} \cdot l_{щ} \sqrt{2g(H_1 + \frac{W_{вак}}{\rho_0 \cdot g})}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8)$$

где $l_{щ}$ – размер щели при раскрытии тарельчатого клапана, м; H_1 – высота столба бетонной смеси над клапаном, м; $W_{вак}$ – вакуум, создаваемый рабочим поршнем насоса, МПа; $r_{седл\ кл}$ – радиус седла клапана, м; ρ_0 – средняя плотность бетонной смеси, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с².

Таким образом, универсальность технологических комплектов нового малогабаритного оборудования позволяет их широко использовать в различных сферах строительства:

- ремонт и реконструкция действующих зданий и сооружений;

- бетонирование монолитным железобетоном объектов неограниченной протяженности при экономном расходе энергии и высокими показателями качества выполняемых работ;

- строительство малоэтажных объектов различного назначения с использованием железобетонных конструкций и изделий, изготовленных непосредственно на строительной площадке с применением метода безопалубочного бетонирования.

В связи с этим, такие комплекты оборудования могут успешно работать на строительных смесях различного назначения: бетонных с подвижностью П=5-12 см; фибробетонных с синтетическими волокнами, сухих строительных, литейных и строительных растворов.

Главным показателем работы предлагаемого комплекта малогабаритного оборудования являются энергозатраты на рабочие процессы, указанные в структурной схеме (рис. 1).

Общие энергозатраты складываются из затрат энергии на отдельные виды работ Э₁, Э₂, Э₃, Э₄, Э₅ (Рис. 1). При этом, для всех видов работ характерно совмещение отдельных операций во времени, что является главной отличительной чертой такого оборудования с современными действующими комплексами. Кроме того, в состав предлагаемого оборудования включены новые виды смесителей, работающих в каскадном режиме и позволяющие за сокращенные интервалы времени приготавливать качественные строительные смеси. Универсальность нового беспоршневого шлангового бетононасоса существенно расширяет возможности включенного в комплект оборудования.

Следовательно, можно констатировать, что использование аналогичных комплектов оборудования существенно облегчит работы на строительных площадках.

Выводы

1. Приведена структурная схема к определению производительности универсального технологического комплекта нового малогабаритного оборудования для условий строительной площадки.
2. Выделены базовые машины предлагаемого комплекта.
3. Приведены зависимости для определения производительности таких комплектов, которая является функцией условий работы выделенных базовых машин.
4. Показана разносторонность возможностей использования в строительстве таких комплектов.
5. Акцентируется внимание на основных преимуществах предлагаемого технологического комплекта и, прежде всего, на совмещении всех технологических операций рабочего цикла.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Емельянова И.А. Технологические особенности возведения зданий и сооружений криволинейной формы по строительной

- системе «Монофант» с использованием малогабаритного оборудования способом мокрого торкретирования» / И. А. Емельянова, С. А. Гузенко, Д. О. Чайка и др. // «Інноваційні технології в архітектурі і дизайні». Колективна монографія. – Харків: ХНУБА, 2017. – 668 с.
2. Емельянова И. А. Комплект оборудования для приготовления строительных смесей в условиях строительной площадки/ И. А. Емельянова, В. В. Блашко // *Материалы международной научно-технической конференции «Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии».* – Могилев: ГУВПО «Белорусско-российский университет, 2016. – С. 141-142.
 3. Emeljanova I. Features of creation of universal technic logical sets of the small – sized equipment for conditions of a building site/ I. Emeljanova, V. Blazhko, D. Chayka, V. Shatokhin, D. Kanets // *Научный вестник будівництва.* – Харків: ХНУБА, 2017. - №4, том 90. – С. 136-145.
 4. Ємельянова І. А. Гідравлічне обладнання нового покоління для безопалубкового бетонування при виготовленні залізобетонних конструкцій/ І. А. Ємельянова, Д.О. Чайка // *Матеріали XVIII Міжнародної науково-технічної конференції Ас ШПІ – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 37-38.*
 5. Ємельянова І. А. Створення технологічного комплекту малогабаритного обладнання з безпоршневим бетононасосом для умов будівельного майданчика / І. А. Ємельянова, Д. О. Чайка, Б. С. Кабанець // *Науково-технічний збірник. Серія: технічні науки та архітектура.* – Харків: НУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – С. 98-103.
 6. Емельянова И. А., Анищенко А. И., Евель С. М., Блашко В. В., Доброходова О. В., Меленцов Н. А. Бетоносмесители работающие в каскадном режиме – Харьков: Тим Паблиш Групп, 2012. – 146 с.
 7. Емельянова И. А. Определение концентрации полипропиленовой фибры при приготовлении бетонной смеси в условиях использования технологического комплекта оборудования с трехвальным бетоносмесителем / И. А. Емельянова, В. Ю. Шевченко // *материалы международной научно-технической конференции «Интерстроймех-14».* – Самара, 2014. – 288 с.
 8. Emeljanova I., Blazhko V., Anishchenko A., Dobrohodova O., Gordienko A. Capacity and power efficiency determination for concrete mixers operation in cascade made // *Научный вестник будівництва.* – Харків: ХНУБА, 2017. - №4, т. 90. – С. 145-153.
 9. Емельянова И. А. Сухие строительные смеси и малогабаритное оборудование для их приготовления. – Харьков: ТО «Эксклюзив, 2017. – 141 с.
 10. Пат. 112585 Україна МПК (26.09.2016) F04B43/12 (2006.01), Универсальный шланговый бетононасос / Ємельянова І. А., Задорожний А. О., Клименко М. В., Чайка Д. О. Заявник та одержувач – Харківський університет будівництва та архітектури будівництва та архітектури, Заявл. 22.12.2014, опубл. 26.09.2016, Бюл. №18.
 11. Двухпоршневые растворобетононасосы для условий строительной площадки. Монография // И. А. Емельянова, А. А. Задорожний, С. А. Гузенко, Н. А. Меленцов. – Харьков: Тимченко А. Н., 2011. – 196 с.
 12. Задорожний А. А. Разработка нового технологического оборудования для нанесения малоподвижных бетонных смесей способом мокрого торкретирования: дис. кандидата техн. наук: 05.05.02/ А. А. Задорожний. – Харьков, 1998. – 178 с.
 13. Емельянова И. А. Задорожний А. А., Старченко И. В., Меленцов Н. А. // *Научный вестник будівництва.* – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2003. – Вип. 57. – С. 422-425.
 14. Меленцов Н. А. Создание растворобетононасосов с повышенной пропускной способностью клапанных узлов и стабильной подачей бетонных смесей: дис. кандидата техн. наук: 05.05.02/ Н. А. Меленцов. – Харьков, 2014. – 191 с.
 15. Емельянова И. А. Сухие строительные смеси и малогабаритное оборудование для их использования/ И. А. Емельянова, В. В. Блашко, С. В. Карпенко. – Харьков: ТО Эксклюзив, 2017. – 141 с.

Emeljanova I., Blazhko V., Dobrohodova O. SPECIAL FEATURES OF THE UNIVERSAL TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR SMALL EQUIPMENT FOR CONSTRUCTION SITE CONDITIONS. The article suggests schemes of rational arrangement of small sets of equipment for performing various types of work in the conditions of a construction site. As the basic machines of these kits, it is proposed to use new samples of equipment for the preparation of building mixtures and their application by the shotcrete method. A technique is proposed for determining the productivity of a technological set of equipment taking into account the base machine used.

Keywords: kits, equipment, construction site, pump, mixer, fiber cutter.

Ємельянова І. А. Блажко В.В., Доброходова О.В. ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКТА МАЛОГАБАРИТНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УМОВ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА. У статті запропоновані схеми раціонального компонування малогабаритних комплектів обладнання для виконання

різних видів робіт в умовах будівельного майданчика. В якості базових машин даних комплектів, запропоновано використовувати нові зразки обладнання для приготування будівельних сумішей і їх нанесення способом торкретування. Запропоновано методику визначення продуктивності технологічного комплексу обладнання з урахуванням використовуваної базової машини.

Ключові слова: комплекти, обладнання, будівельний майданчик, насос, змішувач, різьбяр фібри.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-233-238
УДК 621.926.5

Ємельянова І.А., Чайка Д.О., Субота Д.Ю.

*Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: emeljanova-inga@ukr.net)*

Мачуга О.С.

*Національний лісотехнічний університет України
(вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна)*

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКТ МАЛОГАБАРИТНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОВНОЦІННОГО 3D ДРУКУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА

Розглядається принципова можливість повноцінного 3D друкування об'єктів будівництва з використанням технологічного комплексу мобільного обладнання у поєднанні із комп'ютеризованою системою керування в умовах будівельного майданчика. Типізовано основні операції друкування об'єктів, запропоновано використання відповідного набору насадків, що дозволяє сумістити у часі друкування різнопланових елементів споруди та її конструктивів шляхом безопалубного бетонування з неперервним приготуванням робочих сумішей.

Ключові слова: комплект мобільного обладнання, суміщення операцій у часі, повноцінне 3D друкування, комп'ютерна модель об'єкта друкування.

Вступ. Ідея 3D друкування різноманітних корпусних виробів ґрунтується на синергетичному поєднанні класичних технологій екструзії [1] або пултрузії [2] з механотронним керуванням процесу аномально в'язкого течіння [3] композиційних реологічних субстанцій. Базовою складовою процесу тривимірного друкування є наявність 3D комп'ютерної моделі об'єкта друкування, що дозволяє пошарове нанесення матеріалу [4].

Принцип 3D друкування у будівництві не є абсолютно новим [4]. Однак на даний час застосування тривимірного друку у цій галузі обмежується виготовленням дизайнерських виробів та моделюванням

об'єктів будівництва. Застосування 3D друкування об'єктів будівництва на даний час [7] обмежується виготовленням монолітних безкаркасних стінових конструкцій із подальшим традиційним монтуванням каркасно-армувальних елементів та міжповерхових перекриттів. Нанесення будівельної маси відбувається пошарово за допомогою маніпулятора із друкувальною голівкою, рух якого контролюється спеціалізованим програмним забезпеченням на базі 3D AutoCAD комп'ютерної моделі споруди.

Безпосереднє використання такого підходу для 3D друкування будівель та споруд є утрудненим унаслідок ряду факторів. Для повноцінного друкування індивідуалізованих об'єктів будівництва, істотним є їх