

залежить від кута між робочою гранню і дотичною до циліндричної поверхні. Виведено залежності опору переміщення від характеристик напрямної поверхні руйнівного елемента самообертової фрези. 2. Розрахунки показали, що опір переміщення глибинного розпушувача зі зміною площі врізання зростає до 8% в межах реальних значень кута захвату α . Явище стиснення ґрунту не відбувається, оскільки кут заходу руйнівних елементів θ знаходиться в межах оптимальних значень, досліджених раніше.

ЛІТЕРАТУРА

1. Артемьев К.А. Теория резания ґрунтов землеройными машинами. / К.А. Артемьев. - Новосибирск: НИСИ, 1978. – 104 с.
2. Бронштейн И.Н., Справочник по математике / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев - М.: Наука, 1964. – 608с.
3. Кравець С. В. Ґрунтозахисні та енергозберігаючі машини для прокладки підземних комунікацій. (Основи теорії, проектування та створення) / С.В. Кравець. - Навч. посіб. Рівне :Вид-во РДТУ,1999. – 278с.
4. Романовський О.Л. Раціональні параметри самообертової фрези глибинного розпушувача / О.Л. Романовський, О.В. Макаруч // Вісник УДУВГП – Рівне: 2002. – Вип.4(17) - С. 325-331.
5. Цитович Н.А. Механика ґрунтов / Н.А. Цитович - М.: Высшая школа, 1979. – 272 с.

УДК 621.865.8: 625.745.5

Л.А. ХМАРА, докт. техн. наук, И.А. КУЛИК, канд. техн. наук,

Ю.С. ПИКУШ ас.

ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАНИПУЛЯТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УКЛАДКИ БОРДЮРНЫХ КАМНЕЙ

Актуальность. В настоящее время укладка бордюрных камней (БК) является процессом с очень высокой долей ручного труда. Вследствие низкой производительности труда и низкой скорости монтажа БК вдоль дорожного полотна, исследование возможности применения манипуляторного оборудования для этих работ является актуальным [1, 2, 5, 6, 7, 8].

Цель. Теоретическое определение продолжительности рабочего цикла манипуляторного оборудования для укладки БК и его производительности.

Основная часть. На рисунке 1, 2 представлена технология укладки бордюрных камней с помощью манипуляторного оборудования на базе гусеничного трактора тягового класса 3т [3, 4].

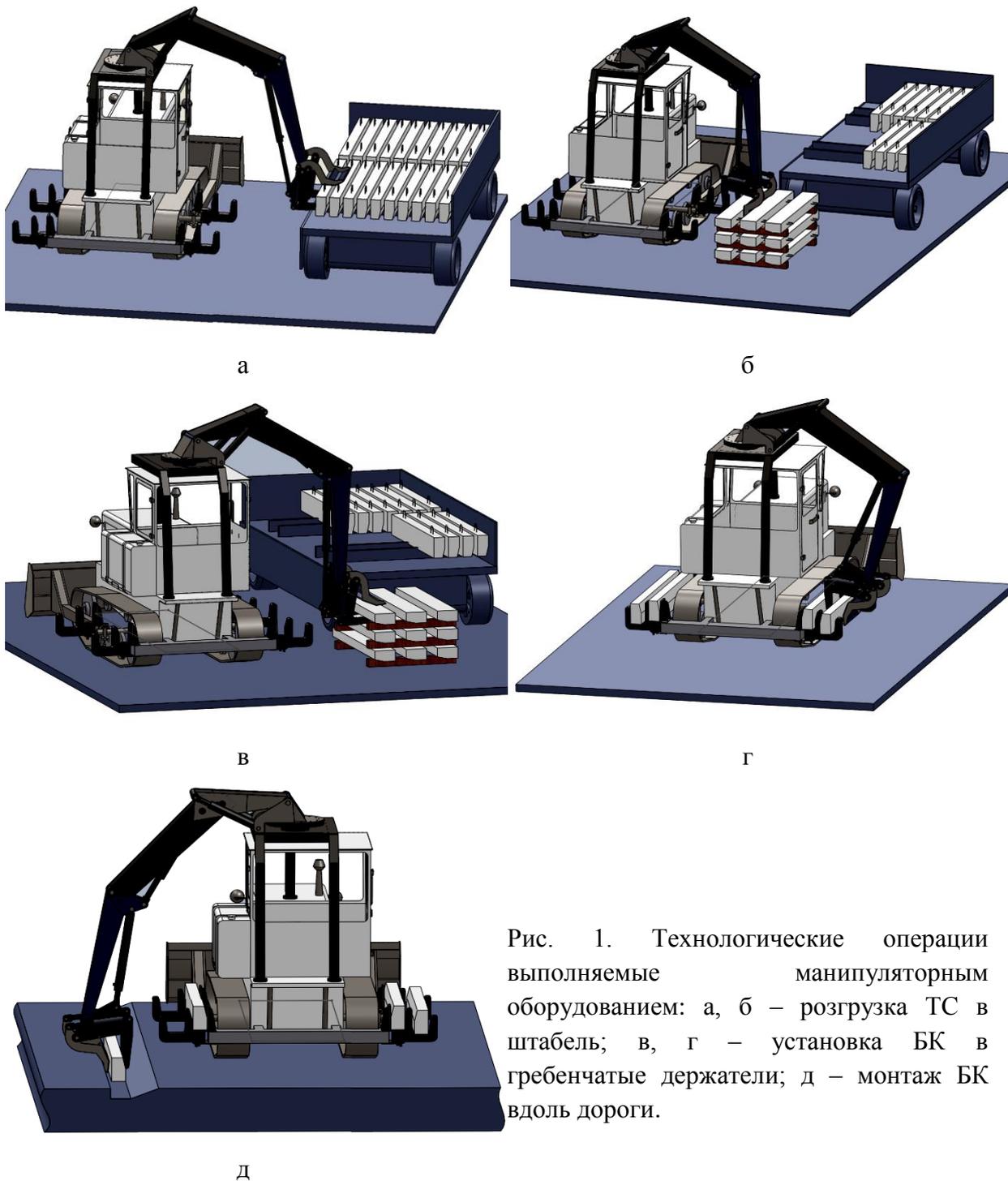


Рис. 1. Технологические операции выполняемые манипуляторным оборудованием: а, б – разгрузка ТС в штабель; в, г – установка БК в гребенчатые держатели; д – монтаж БК вдоль дороги.

Объёмная модель оборудования выполненная в современной САПР позволяет определить точные углы поворота элементов манипуляторного оборудования во всех промежуточных положениях технологического процесса.

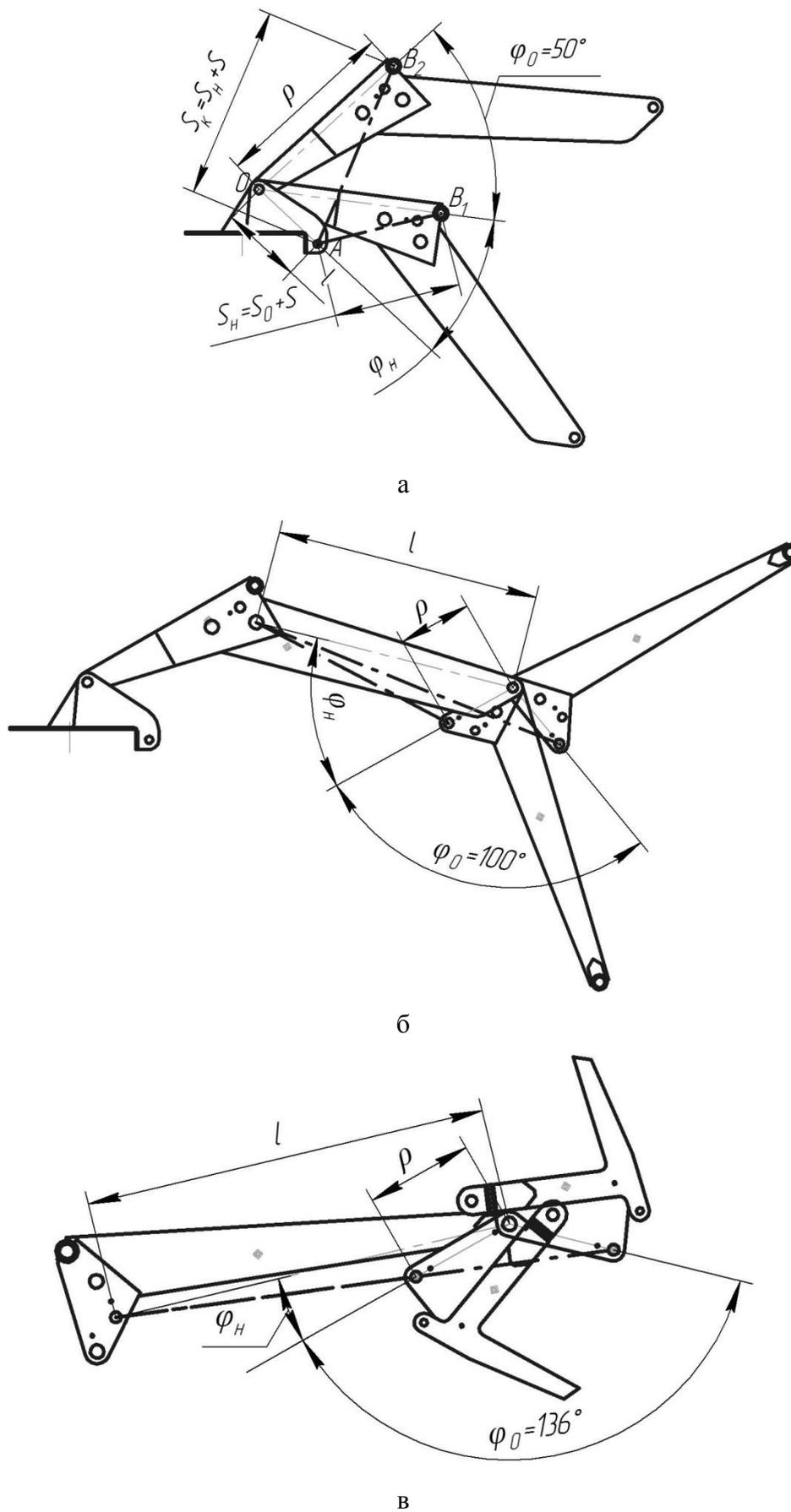


Рис. 2. Расчетные схемы гидромеханизмов: а – поворота стрелы; б – поворота рукояти; в – поворота захвата.

Зная подачу шестеренного насоса базового гусеничного трактора Q , можем рассчитать точные значения времени выполнения всех операций.

Скорость выдвигания штока

$$v = \frac{Q}{z \cdot A}, \quad (1)$$

где Q – подача насоса, л/мин; z – количество гидроцилиндров; A – площадь поршня, m^2

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}. \quad (2)$$

Время выдвигания штока, т.е. время поворота звена:

$$t = \frac{\Delta S}{v}, \quad (3)$$

где ΔS – расстояние пройденное штоком, м:

$$\Delta S = S_{\varphi_1} - S_{\varphi_2}; \quad (4)$$

$$S_{\varphi_1} = \sqrt{\rho^2 + l^2 - 2 \cdot \rho \cdot l \cdot \cos(\varphi_H + \varphi_1)};$$

$$S_{\varphi_2} = \sqrt{\rho^2 + l^2 - 2 \cdot \rho \cdot l \cdot \cos(\varphi_H + \varphi_2)},$$

где φ_1, φ_2 – промежуточные текущие значения угла поворота ведомого звена относительно начального положения.

Подставляя в выражение (3) выражения (1), (2) получим:

для поршневой полости гидроцилиндра;

$$t = \frac{z \cdot \pi \cdot D^2 \cdot (S_{\varphi_2} - S_{\varphi_1})}{4 \cdot Q}; \quad (5)$$

для штоковой полости гидроцилиндра.

$$t = \frac{z \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot (S_{\varphi_2} - S_{\varphi_1})}{4 \cdot Q}. \quad (6)$$

Расчет выполняем с помощью электронных таблиц Excel. Полученные данные заносим в таблицу 1.

Таблица 1.

Время поворота ведомого звена от начального до конечного положения

	Рабочая полость	φ_0	$t(1/5\varphi_0)$	$t(2/5\varphi_0)$	$t(3/5\varphi_0)$	$t(4/5\varphi_0)$	$t(\varphi_0)$
Подъём стрелы	поршн.	50	1,37	2,86	4,39	5,92	7,40
	шток.		0,94	1,96	3,00	4,05	5,06
Поворот рукояти	поршн.	100	1,70	3,72	5,77	7,63	9,14
	шток.		1,18	2,59	4,03	5,32	6,37
Поворот захвата	поршн.	136	1,16	2,89	4,70	6,22	7,22
	шток.		0,79	1,97	3,21	4,25	4,94

Используя методику описанную выше, на пространственной объёмной модели, можно определить время разгрузки транспортного средства в штабель, время требуемое на погрузку БК из штабеля в гребенчатые держатели и время на установку БК вдоль дорожного полотна.

При разгрузке БК с транспортного средства (ТС) в штабель принято, что разгрузка выполняется с одного положения базового трактора при повороте манипуляторного оборудования в горизонтальной плоскости между ТС и штабелем на 90°. Время разгрузки 20 БК из ТС в штабель составит: $t_{шт}=536с$. Время установки 4-х БК в гребенчатые держатели составит $t_{гр.держ.}=92,2с$. Время монтажа 4-х БК из держателей на подготовленное основание составит $t_{монт.4}=105,8с$.

Время цикла при разгрузке, т.е. время необходимое на перемещение одного БК из ТС в штабель, будет равно: $t_{цр}=26,8с$.

Время цикла при установке БК на подготовленное основание, т.е. время необходимое на перемещение одного БК из штабеля в гребенчатые держатели, а из них на подготовленное основание, будет равно: $t_{цр}=49,5с$.

Тогда можно рассчитать производительность бордюроукладчика при разгрузке и монтаже БК [4]:

$$П_{Э} = P \frac{3600}{t_{ц}} \cdot K_{Г} \cdot K_{В} \text{ т/ч}, \quad (7)$$

где P – грузоподъемность, т; $t_{ц}$ – время цикла, с; $K_{Г}$ – коэффициент использования по грузоподъемности; $K_{В}$ – коэффициент использования оборудования по времени.

Длительность рабочего цикла $t_{ц}$ определяется выражением:

$$t_{ц} = t_{О} + t_{з} + t_{ПД} + t_{ПОВ} + t_{ОП} + t_{УКЛ} \quad (8)$$

где $t_{О}$ – время опускания рабочего органа, с; $t_{з}$ – время захвата груза (бордюрного камня), с; $t_{ПД}$ – время подъема, с; $t_{ПОВ}$ – время поворота, с; $t_{ОП}$ – время опускания груза (бордюрного камня), с; $t_{УКЛ}$ – время укладки груза (бордюрного камня), с.

На основе формулы производительности (5) строим графики зависимости производительности манипуляторного оборудования от массы БК рисунках 3 и 4.

Сменная производительности манипуляторного оборудования в погонных метрах готового бордюра вдоль дороги при использовании БК длиной 1м, 2м и 3м.

$$П_{СМ} = 3600 \cdot l \frac{T_{СМ}}{t_{ц}} \cdot K_{Г} \cdot K_{В} \text{ т/ч}, \quad (7)$$

где $T_{СМ}$ – длительность смены; $T_{СМ}=8,2ч$; l – длина БК.

На основе формулы (7) строим зависимость производительности манипуляторного оборудования в погонных метрах готового бордюра вдоль дороги при использовании БК длиной 1м, 2м и 3м, рис.5.

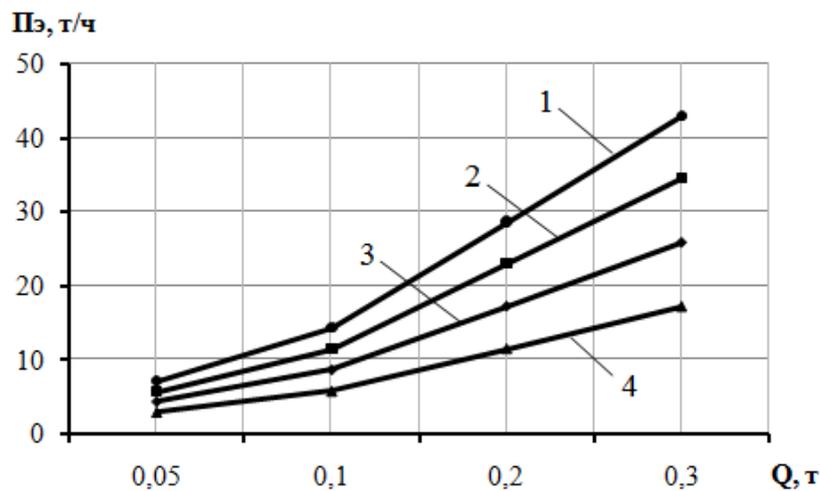


Рис. 3. График зависимости производительности манипуляторного оборудования при разгрузке БК в штабель от грузоподъемности: 1 – при подаче насоса Q=100л/мин; 2 – при подаче насоса Q=80л/мин; 3 – при подаче насоса Q=60л/мин; 4 – при подаче насоса Q=40л/мин.

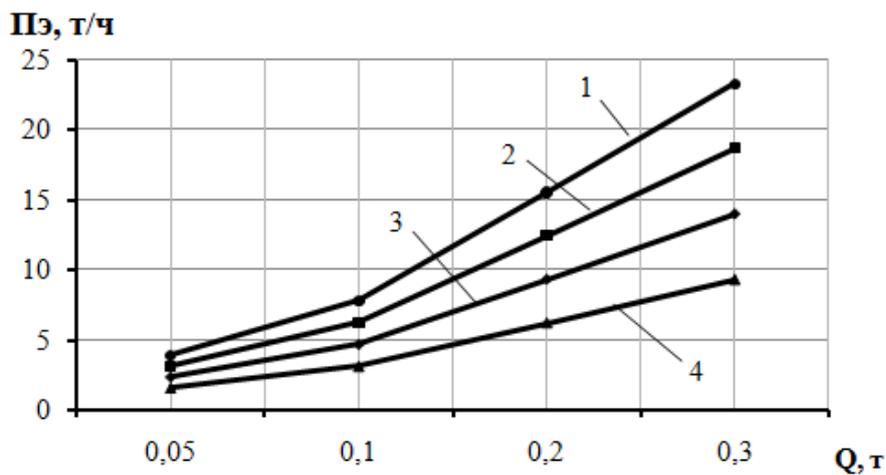


Рис. 4. График зависимости производительности манипуляторного оборудования при монтаже БК от грузоподъемности: 1 – при подаче насоса Q=100л/мин; 2 – при подаче насоса Q=80л/мин; 3 – при подаче насоса Q=60л/мин; 4 – при подаче насоса Q=40л/мин.

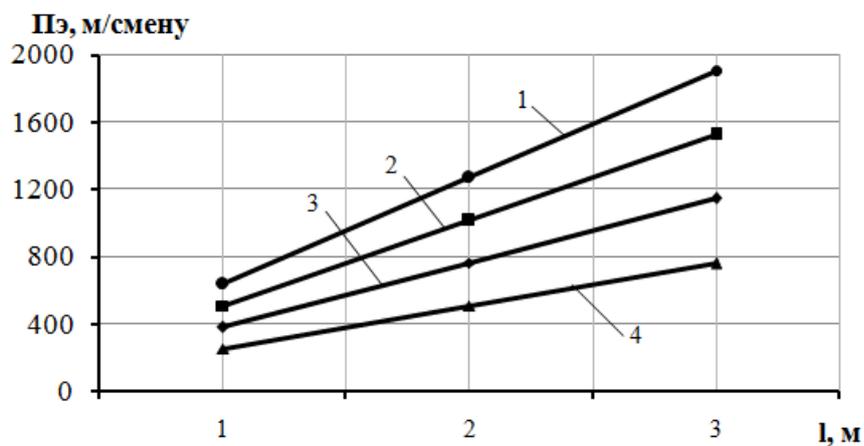


Рис. 5. График зависимости производительности манипуляторного оборудования от длины БК: 1 – при подаче насоса Q=100л/мин; 2 – при подаче насоса Q=80л/мин; 3 – при подаче насоса Q=60л/мин; 4 – при подаче насоса Q=40л/мин.

Выводы. 1. Определены зависимости позволяющие определить время технологических операций манипуляторного оборудования в зависимости от угла поворота элементов оборудования и от подачи насоса.

2. Определена зависимость производительности оборудования в погонных метрах готового бордюра вдоль дороги при использовании БК длиной 1м, 2м и 3м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машины для земляных работ: Навчальний посібник / Хмара Л.А., Кравець С.В., Нічке В.В., Назаров Л.В., Скоблюк М.П., Нікітін В.Г. Під загальною редакцією проф. Хмари Л.А. та проф. Кравця С.В. Рівне – Дніпропетровськ – Харків. – 2010. – 557с.

2. Баловнев В.И. Строительные работы и манипуляторы. / Баловнев В.И., Хмара Л.А., Станевский В.П., Немировский П.И.// – К: "Будівельник", 1991. - 137 с.

3. Дослідження технології монтажу бордюру з каменів за допомогою маніпуляторного обладнання / Л.А. Хмара, І.А. Кулік, Ю.С. Пікуш, О.М. Боднар // Сб. науч. Тр.: Строительство. Материаловедение. Серия : Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. Вып. 57 – Дн-ск: ПГАСА, 2010. – С.90-94.

4. Исследование кинематических параметров привода и определение производительности манипуляторного оборудования для укладки бордюрных камней / Л.А. Хмара, И.А. Кулик, Ю.С. Пікуш // Сб. науч. Тр.: Строительство. Материаловедение. Серия : Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. Вып. 63 Дн-ск: ГВУЗ ПГАСА, 2011. – С. 117-128.

5. Хмара Л.А. Строительные манипуляторы и работы. – Методические указания. – Днепропетровск: ДИСИ, 1993. – 385с.

6. Бурдаков С. Ф., Дьяченко В. А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов. – М.: Высш. шк., 1986. - 264 с.

7. Промышленные роботы: Конструирование, управление, эксплуатация / В. И. Костюк, А. П. Гавриш, Л. С. Ямпольский, А. Г. Карлов. – К.: Высш. шк. Главное издательство, 1985. – 359 с.

8. Френкель Г. Ю. Роботизация процессов в строительстве. – М.: Стройиздат, 1987. – 173 с.