

УДК 621.879.45-029.33

UDC 621.879.45-029.33

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЛЕСОСНЫХ УСТАНОВОК С КОМБИНИРОВАННЫМИ СПОСОБАМИ ЗАБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКОЙ ПУЛЬПЫ**

**ECONOMIC FEASIBILITY OF DREDGE PUMPS WITH COMBINED WAY OF COLLECTION AND TRANSPORTATION OF PULP**

Ефимов Денис Сергеевич

Efimov Denis Sergeevich

Тарасьянц Сергей Андреевич  
д.т.н., профессор

Tarasyants Sergey Andreyevich  
Dr.Sci.Tech., professor

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новочеркасская государственная мелиоративная академия» (ФГБОУ ВПО «НГМА»), Новочеркасск, Россия*

*Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education "Novocherkassk State Meliorative Academy" (FSBEE HPE "NSMA"), Novocherkassk, Russia*

В работе приведено сравнение удельных показателей существующих землесосных снарядов, оборудованных центробежными землесосами с земснарядом, укомплектованным эжекторным всасывающим наконечником усовершенствованной конструкции, разработанного с участием автора, производства Цимлянского Судомеханического завода

The comparison of specific coefficients of the current dredge pumps equipped with centrifugal dredgers and the dredge complete with the ejector jet cap of improved design by Tsimlyanskiy Marine Engineering Plant

Ключевые слова: ЭЖЕКТОРНЫЙ НАКОНЕЧНИК, ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ЗЕМЛЕСОС, ПРИМЕНЯЕМЫЕ МОДИФИКАЦИИ, УДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ОРОСИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ

Keywords: EJECTOR JET CAP, CENTRIFUGAL DREDGE, USED VERSIONS, SPECIFIC COEFFICIENTS, IRRIGATION CANAL

В данной работе для сопоставления приняты:

- в качестве аналога, серийно выпускаемый Цимлянским судомеханическим заводом земснаряд серии с центробежным землесосом ГруТ800-40, подачей 800 м<sup>3</sup>/ч и напором 40 м, таблица, в качестве новой техники приняты:

- снаряд, оборудованный центробежным землесосом с диаметрами рабочих колес 500 и 600 мм;

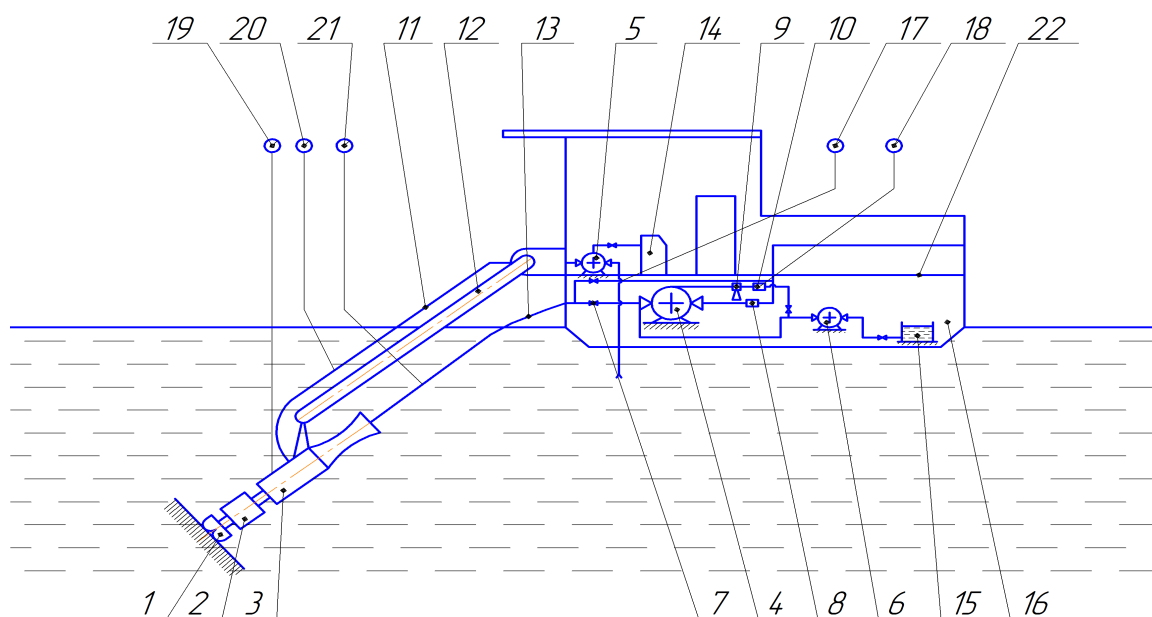
- снаряд, где в качестве основного рабочего органа принят струйный аппарат;

- снаряд с последовательной установкой струйного аппарата на всасывающем трубопроводе центробежного землесоса.

Схема размещения оборудования показана на рисунке 1, а общий вид землесосного снаряда на рисунке 2.

Эжекторно-землесосный снаряд проекта Ц 480 МС 1 укомплектован центробежным землесосом ГруТ 800-40, производство Цимлянского судомеханического завода, с производительностью по пульпе 800 м<sup>3</sup>/час, напором 40 м и электродвигателем мощностью  $N = 215$  кВт с частотой вращения привода  $61.7 \text{ с}^{-1}$  (730 об/мин), диаметром рабочего колеса  $D_{р.к} = 700$  мм. Кроме того, снаряд оборудован эжекторной установкой с насосом рабочей воды 1D 200-110 с мощностью двигателя 110 кВт. Напор эжектора 20 м, расход по пульпе 620 м<sup>3</sup>/час [1].

Для работы земснаряда при очистке каналов предварительно проведен расчет стоимости использования стационарной линии электропередач и индивидуального генератора с приводом от двигателя внутреннего сгорания ЯМЗ-240 по удельным показателям м<sup>3</sup>поднятого грунта, в руб.



1 – фреза, 2 – привод гидромотора, 3 – эжекторная установка, 4 – центробежный землесос, 5 – насос рабочей воды, 6 – насос технической воды, 7 – задвижка, 8 – трубопровод, 9 – вакуумный эжектор, 10 – ультразвуковой расходомер, 11 – трубопровод подачи воды к эжекторной установке, 12 – стрела, 13 – всасывающий патрубок, 14 – пульт управления, 15 – фильтрационный бак технической воды, 16 – пантон, 17,18,19,20,21 – манометры, 22 – палуба.

Рисунок 1 – Схема землесосного снаряда



Рисунок 2 – Землесосный снаряд. Общий вид

Все расчеты проведены в таблицах (табл. 2, 3, 4), из которых видно, что при последовательной работе эжектор + землесос, общая потребляемая мощность составляет 270 кВт, суммарная стоимость 1 часа работы 800 руб., удельная стоимость 1 м<sup>3</sup> грунта 6,48 руб/м<sup>3</sup> при работе от стационарной электросети.

При работе с дизель генератором удельная стоимость м<sup>3</sup> добытого грунта составляет 6.40 руб., при напоре в 40 м.

В случае использования центробежного землесоса, напор составляет 20 м, суммарная потребляемая мощность 159,74 кВт, производительность по грунту 90 м<sup>3</sup>/ч, стоимость работы с дизель генератором 700 руб/ч, удельная стоимость 7,77 руб/м<sup>3</sup>, при использовании стационарной электросети, а удельная стоимость составит 5,32 руб/м<sup>3</sup>.

При эжекторном режиме с напором 20 м, суммарная потребляемая мощность 155,32 кВт, производительность по грунту 110 м<sup>3</sup>/ч, стоимость работы от стационарной сети 465,9 руб/час при удельной стоимости 4,23 руб/м<sup>3</sup>.

Расчет годового экономического эффекта использования земснаряда при сравнении центробежного землесоса ГруТ 800-40 с диаметром колеса 700 мм с диаметрами колес 500 и 600 мм, со снарядом, оборудованным струйным аппаратом, а так же последовательной схемой забора струйным аппаратом с дальнейшей транспортировкой пульпы центробежным землесосом проведен в табличной форме (табл. 5, 6).

Таблица 1 – Техническая характеристика заводского серийного снаряда, оборудованного центробежным землесосом ГруТ800-40

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Величина	Примечания
1	Марка снаряда	-	-	ЗС 800-40
2	Диаметр рабочего колеса землесоса	мм	700 -	
3	Способ разработки	-	-	Фрезерное рыхление
4	Мощность привода	кВт	215	Мощность приводного электродвигателя
5	Напор	м	40,0	Напор рассчитан при испытаниях на воде
6	Глубина разработки	м	12,0	Максимально возможная
7	Производительность по пульпе	м <sup>3</sup> /ч	800	При высоте всасывания насоса 4 м
8	Производительность по грунту	м <sup>3</sup> /ч	80-90	При максимальной плотности смеси 1,1 – 1,2 т/м <sup>3</sup>
9	Эффективность грунтозабора	$\frac{\text{м}^4/\text{ч}}{\text{кВт}}$	16,74	
10	Затраченная мощность на 1 м <sup>3</sup> поднятого грунта	кВт/м <sup>3</sup>	2,38	Показатель принятый по Х.Ш. Мустафину [2]

Таблица 2 – Рабочий режим с грунтовым насосом (Напор 20 м,  $Q_{Г} = 115 \text{ м}^3/\text{ч}$ )

№ п/п	Потребители электроэнергии	Кол-во, шт	Установленная мощность, кВт	КПД	Коэффициент мощности	Коэффициент загрузки	Потребляемая мощность, кВт	Рабочий режим (Q коэффициент одновременной работы)	Потребляемая мощность, кВт
1	Насос на эжектор и рыхлитель	1	132	0,65		0,68	90,0	1,0	90,0
2	Насос тех. воды	1	15	0,70	0,89	0,90	14,0	1,0	14,0
3	Рамоподвижная лебедка	1	7,5	0,85	0,85	0,90	6,5	1,0	6,5
4	Кормовая лебедка	2	4,0	0,85	0,85	0,80	6,4	0,5	3,2
5	Папильонажная лебедка	2	4,0	0,85	0,85	0,90	7,2	1,0	3,6
6	Вентилятор	1	11	0,85	0,8	0,80	8,8	1,0	8,8
7	Трансформатор 380/220	2	1,1	0,75	0,81	0,80	1,76	1,0	1,76
8	Сварочный аппарат	1	8,0	1,0	0,75	0,90	7,0	1,0	7,0
Суммарная мощность с учетом 3% потерь			196,32				145,8		
Суммарная мощность с учетом коэффициента одновременности									138,9
Суммарная мощность с учетом коэффициента запаса 15%									159,74

Таблица 3 – Рабочий режим с эжектором (Напор 20 м,  $Q_{Г} = 115 \text{ м}^3/\text{ч}$ )

№ п/п	Потребители электроэнергии	Кол-во, шт	Установленная мощность, кВт	КПД	Коэффициент мощности	Коэффициент загрузки	Потребляемая мощность, кВт	Коэффициент одновременной работы	Потребляемая мощность, кВт
1	Насос на эжектор и рыхлитель	1	110	0,70	0,9	0,99	99,0	1,0	99,0
2	Насос тех. воды	1	15	0,70	0,89	0,90	14,0	1,0	14,0
3	Рамоподъемная лебедка	1	7,5	0,85	0,85	0,90	6,5	1,0	6,5
4	Кормовая лебедка	2	4,0	0,85	0,85	0,80	6,4	0,5	3,2
5	Папильонажная лебедка	2	4,0	0,85	0,85	0,90	7,2	1,0	3,6
6	Вентилятор	1	2,0	0,75	0,81	0,80	1,76	1,0	1,76
7	Трансформатор 380/220	1	8,0	1,0	0,75	0,90	7,0	1,0	7,0
8	Сварочный аппарат	1	20	1,0	0,9	0,75	-	-	-
Суммарная мощность с учетом 3% потерь			183,85				141,86		
Суммарная мощность с учетом коэффициента одновременности									135,06
Суммарная мощность с учетом коэффициента запаса 15%									155,32

Таблица 4 – Экономический расчет

№ п/п	Потребители	Напор, м	Производитель- ность по грунту, м <sup>3</sup> /ч	Суммарная по- требляемая мощность, кВт/т	Преобразователь эл. энергии					Удельная стоимость, руб/м <sup>3</sup>	
					Дизель-генератор		Стационар- ная эл.сеть			Дизель генератор	Стационарная эл.сеть
					рас- ход,л	стои- мость, руб.	стоимость, руб.				
							1 л	сум- мар- ная	кВт		
1	Землесос+эжек- тор (последо- вательно)	40	125,0	270	40	20	800	3,0	810	6,4	6,48
2	Центробежный землесос	20	90,0	159,74	35,0	20	700	3,0	474,2	7,77	5,32
3	Эжектор	20	110,0	155,32	35,0	20	700	3,0	465,96	7,77	4,23

Привод генератора - двигатель ЯМЗ-240 (К-701)

Таблица 5 – Сравнение эксплуатационных показателей серийного землесоса с диаметром колеса 700 мм с показателями землесоса с диаметрами колес 500 и 600 мм, показателями струйного аппарата и последовательного соединения струйного аппарата и центробежного землесоса

№ п\п	Фактическая плотность пульпы $\rho_{см}$ , т/м <sup>3</sup>	Напор в пульпопроводе $H_{см}$ , м	Подача по пульпе $Q_{п}$ , м <sup>3</sup> /ч	Подача по грунту $\Pi$ , м <sup>3</sup> /ч	Эффективность грунтозабора $\mathcal{E}$ , $\frac{м^4/ч}{кВт}$	Потребляемая мощность на 1 м <sup>3</sup> поднятого грунта, кВт	Потребляемая мощность, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8
1 Колесо землесоса диаметром 500 мм							
	1,13	18,6	490	63,7	22,7	1,3	82,2
2 Колесо землесоса диаметром 600 мм							
	1,14	26,4	520	86,8	23,4	1,54	133,3
3 Колесо землесоса диаметром 700 мм							
	1,14	38,2	610	85,4	25,6	2,35	200,8
4 Струйный аппарат							
	1,18	21,0	500	114,1	25,3	1,26	90
5 Последовательное соединение струйного аппарата и центробежного землесоса с оптимальным колесом диаметром 600 мм							
	1,25	30,0	550	137,5	12,56	1,71	235,3



Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
6 Разработка грунта центробежным землесосом с фрезерным рыхлителем с диаметрами рабочих колес землесоса:							
500 мм	1,13	18,6	490	63,7	22,7	1,3	82,2
600 мм	1,14	26,4	520	86,8	23,4	1,54	133,3
700 мм	1,14	38,2	610	85,4	25,6	2,35	200,8
7 Разработка грунта струйным аппаратом с гидравлическим рыхлением и подачей на гидрорыхление:							
5,0 л/с	1,18	21,0	500	90,0	22,6	1,07	83,5
10,0 л/с	1,19	20,0	600	114,1	25,3	1,26	90,0
15,0 л/с	1,22	20,0	600	132,2	26,9	1,34	98,4
20,0 л/с	1,23	18,7	550	126,5	26,2	1,40	90,8
25,0 л/с	1,22	18,5	550	121,3	24,06	1,53	93,3
8 Разработка грунта при последовательном соединении струйного аппарата и центробежного землесоса с диаметрами рабочих колес							
500 мм	1,25	20,0	500	125,0	8,25	1,47	102
600 мм	1,25	30,0	550	137,5	12,56	1,71	102
700 мм	1,26	40,0	600	156,0	17,5	2,28	102

Таблица 6 – Годовой эффект по потребляемой мощности землесоса с диаметрами колес 500 и 600 мм по сравнению с серийным колесом землесоса Ø700 мм при годовой эксплуатации в течение 1280 час

Потребляемая мощность, кВт·ч/м <sup>3</sup> грунта кВт/м <sup>3</sup>	Объем поднятого грунта, м <sup>3</sup>	Суммарное потребление электроэнергии, кВт·ч	Экономия в сфере энергетических затрат, кВт
1	2	3	4
Колеса 500 мм			
1,3	81536	105996	85613
Колеса 600 мм			
1,54	111104	171100	89994

При стоимости электроэнергии 3,08 руб. экономический эффект для колеса 500 мм при объеме поднятого грунта 81536 м<sup>3</sup> составит 263688 руб., для колеса 600 мм при объеме поднятого грунта 111104 м<sup>3</sup> составит 342200 руб.

1	2	3	4
Струйный аппарат с гидравлическим рыхлением по сравнению с колесом 600 мм			
1,07	146048	115200	55424
Последовательное соединение струйного аппарата и центробежного землесоса			
1,71	176000	301184	130560

При сравнении годового эффекта по энергозатратам струйного аппарата и центробежного землесоса, экономия составляет 55424 кВт ·ч, при сравнении последовательной схемы эксплуатации струйного аппарата и центробежного землесоса 130560 кВт ·ч.

При эксплуатации земснаряда со струйным аппаратом, расчетный экономический эффект составит 170705 руб., при последовательной схеме 402124 руб.

Выводы:

1. На основании приведенного экономического расчета по определению стоимости использования стационарной линии электропередач и индивидуального генератора с приводом от двигателя внутреннего сгорания установлено, что удельная стоимость 1 м<sup>3</sup> поднятого грунта при последовательной схеме эжектор + землесос равнозначны. При использовании центробежного землесоса стационарная сеть дешевле на 2.34 руб/м<sup>3</sup>. При использовании эжекторной схемы стационарная схема дешевле на 3.54 руб/м<sup>3</sup>.
2. При последовательной схеме эксплуатации земснаряда, несмотря на повышенные суммарной эксплуатационной мощности, экономия в сфере энергозатрат выше на 15-20% по сравнению с показателями центробежного землесоса в связи с увеличенным до 40 м напора и до 150 м<sup>3</sup>/ч производительности.
3. В случае эксплуатационной необходимости использования земснаряда на небольших расстояниях от карты намыва, рекомендуется использование струйного аппарата, который имея большое количество технических преимуществ, экономически выгоден по сравнению с энергозатратами центробежного землесоса.

### Список литературы

1. Мускевич Г.Е., Тарасьянц С.А. Исследование рабочих органов мелиоративного снаряда./ Отчет НИМИ, 1975, № гос. Регистрации 76084595, Инв. № Б539401. НИМИ,- Новочеркасск 1975г. 85с.
2. Мустафин, Х.Ш. Эжекторный грунтозабор на землесосных снарядах / Х. Ш. Мустафин // Добыча и переработка нерудных строительных материалов: сб. тр. / ВНИИНеруд. – Ставрополь-на Волге, 1962. Вып. 3.