

REFERENCES

1. Streltsov, E.V., Kazakevitch, E.V., and Ponomarenko, D.I. (1979), Fixing of mine workings of coal mines with shotcrete, Moscow, Nedra.
2. Zaslavsky, I.Y., Bikov, A.V., and Kompanets, V.F. (1986), Shotcrete lining, Moscow, Nedra, 198 p.
3. Solodyankin, A.V., Gapeev, S.N., and Khalimendik, A.V. (2010), To the question of the sustainability of capital workings in conditions of expected large deformations of the surrounding rock mass // Proceedings of NMU № 34, Volume 2 / Dnipropetrovs'k, RVC NMU, pp. 101 – 112.
4. Shashenko, O.M., Zdvizhkova, O.O., and Gapeev, S.M. (2008) Deformovanist ta mitsnist masiviv girskih porid, Dnepropetrovsk, National Mining University, p. 180.

Стаття надійшла 31.10.2013.

УДК 622.271

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРУНТОЗАБОРНОГО УСТРОЙСТВА  
ЗЕМЛЕСОСНОГО СНАРЯДА ССБ 500/440**

**А. А. Бондаренко**

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»  
просп. Карла Маркса, 19, г. Днепропетровск, 49005, Украина.

E-mail: bondarenkoa@mail.ua

Обоснована рациональность применения землесосного снаряда ССБ 500/440, оборудованного добычной системой с грунтозаборным устройством, предусматривающим поверхностный или диффузионный размыв грунта посредством системы размывающих струй. Для увеличения экономически приемлемой глубины добычи с 15 м до 22 м грунтозаборное устройство модернизировано путем применения системы струйной подготовки и гидротранспортирования грунтов, при этом для расчета параметров грунтозаборного устройства использован разработанный автором метод расчета конструктивных параметров гидравлических разрыхлителей землесосных снарядов и параметров подводного забоя. В результате разработки проекта модернизации грунтозаборного устройства добычной системы земснаряда ССБ 500/440 были получены значения конструктивных и технологических параметров базового и нового вариантов. Достоинствами новой конструкции грунтозаборного устройства явились: увеличение глубины разработки до 22 м с возрастанием производительности добычной системы; исключение кавитационного износа проточной части грунтового насоса при разработке грунтов с глубин более 15 м; снижение себестоимости добычных работ при глубинной разработке.

**Ключевые слова:** землесосный снаряд, грунтозаборное устройство, размыв грунта.

**ПРОЕКТУВАННЯ ГРУНТОЗАБІРНОГО ПРИСТРОЮ ЗЕМЛЕСОСНОГО  
СНАРЯДУ ССБ 500/440**

**А. О. Бондаренко**

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»  
просп. Карла Маркса, 19, м. Дніпропетровськ, 49005, Україна.

E-mail: bondarenkoa@mail.ua

Обґрунтована раціональність використання землесосного снаряду ССБ 500/440, який обладнаний видобувною системою з ґрунтозабірним пристроєм, що передбачає поверхневий або дифузійний розмив ґрунту із застосуванням системи розмиваючих струменів. Для збільшення економічно прийнятної глибини видобутку з 15 до 22 м ґрунтозабірний пристрій модернізований шляхом використання системи струменевої підготовки і гідротранспортування ґрунтів, при цьому для розрахунку параметрів ґрунтозабірного пристрою використаний розроблений автором метод розрахунку конструктивних параметрів гідравлічних розпушувачів землесосних снарядів і параметрів підводного вибою. У результаті розробки проекту модернізації ґрунтозабірного пристрою видобувної системи земснаряду ССБ 500/440 були отримані значення конструктивних і технологічних параметрів базового та нового варіантів. Перевагами нової конструкції ґрунтозабірного пристрою стали: збільшення глибини розробки до 22 м з підвищенням продуктивності видобувної системи; виключення кавітаційного зносу проточної частини ґрунтового насосу при розробці ґрунтів з глибин більше 15 м; зниження собівартості видобувних робіт при глибинній розробці.

**Ключові слова:** землесосний снаряд, ґрунтозабірний пристрій, розмив ґрунту.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Самой востребованной машиной для гидромеханизированной разработки месторождений рудных и нерудных песков является землесосный снаряд общего назначения с энергоснабжением от внешних источников (электроземлесосный снаряд), рассчитанный на работу в песчаных и супесчаных грунтах с глубиной разработки от 3 до 15 м. Главным элементом добычной системы, влияющим на концентрацию добываемого материала в пульпе, а значит – на производительность земснаряда по ґрунту является ґрунтозаборное устройство, предназначенное для отделения элемента ґрунта от породного массива, его разрыхления, смешивания с водой и приготовления пульпы, обеспечения подачи подготовленного материала ко всасывающему патрубку добычной гидротранспортной системы. С целью повышения производительности земснаряда успешно применяют эффект принудительного разрыхления ґрунта в подводном забое. Землесосный снаряд ССБ 500/440 относится к классу добычных машин, в которых применяют гидравлическое разрушение забоя, сущность которого заключается в том, что первичное отделение ґрунта от забоя осуществляется гидравлическим разрыхлителем, а всасывание пульпы – всасывающим наконечником, совмещенным с рыхлителем в одном ґрунтозаборном устройстве. Конструкция применяемого ґрунтозаборного устройства предусматривает поверхностный или диффузионный размыв ґрунта при незначительном внедрении в забой, что обусловлено простотой конструкции, обслуживания, эксплуатации, высокой надежностью. Однако ввиду конструктивных и технологических ограничений землесосный снаряд ССБ 500/440 нерационально применять при разработке ґрунтов с глубин более 15. Поэтому актуальной является задача увеличения глубины разработки при сохранении технологических показателей.

Цель работы – увеличение глубины разработки ґрунтов землесосным снарядом ССБ 500/440 с базовой 15 м до заданной 22 м при сохранении основных технологических параметров.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Для выполнения ряда производственных задач требуется увеличение приемлемой глубины добычи до 22 м. В связи с этим выполнен проект модернизации землесосного снаряда ССБ 500/440, цель которого – увеличение глубины разработки грунтов с базовой 15 м до заданной 22 м с сохранением основных технологических параметров. Исходными данными для проектирования явились:

- тип грунтового насоса – 500-DВА-1200-210-DV-00;
- подача номинальная по воде – 3250 м<sup>3</sup>/ч;
- напор номинальный по воде – 25 м.в.ст.;
- частота вращения импеллера – 380 об/мин;
- мощность привода номинальная – 500 кВт;
- плотность грунта насыпная –  $\rho_{зр} = 1300$  кг/м<sup>3</sup>;
- плотность скелета грунта –  $\rho_{ск} = 2650$  кг/м<sup>3</sup>;
- длина водопровода расчетная – 35 м;
- длина пульпопровода расчетная  $L_n = 700$  м;
- $H_t = 10$  м, высота подъема пульпы над уровнем воды;
- $H_n = 1,0$  м, высота установки водяного насоса над уровнем воды;
- $H_d$  – глубина добычи максимальная от уровня воды, м;
- $H_n$  – глубина всасывания пульпы, м;
- $T = 4160$  ч/год – календарный фонд времени.

Проект модернизации реализован путем применения системы струйной подготовки и гидротранспортирования грунтов, при этом для расчета параметров грунтозаборного устройства использован разработанный автором метод расчета конструктивных параметров гидравлических разрыхлителей землесосных снарядов и параметров подводного забоя, образованного турбулентной размывающей струей [1, 2]. В качестве базового принят вариант конструктивного исполнения системы разработки грунта всасывающим патрубком грунтового насоса со струйным рыхлителем (рис. 1,а). В качестве нового варианта предложена си-

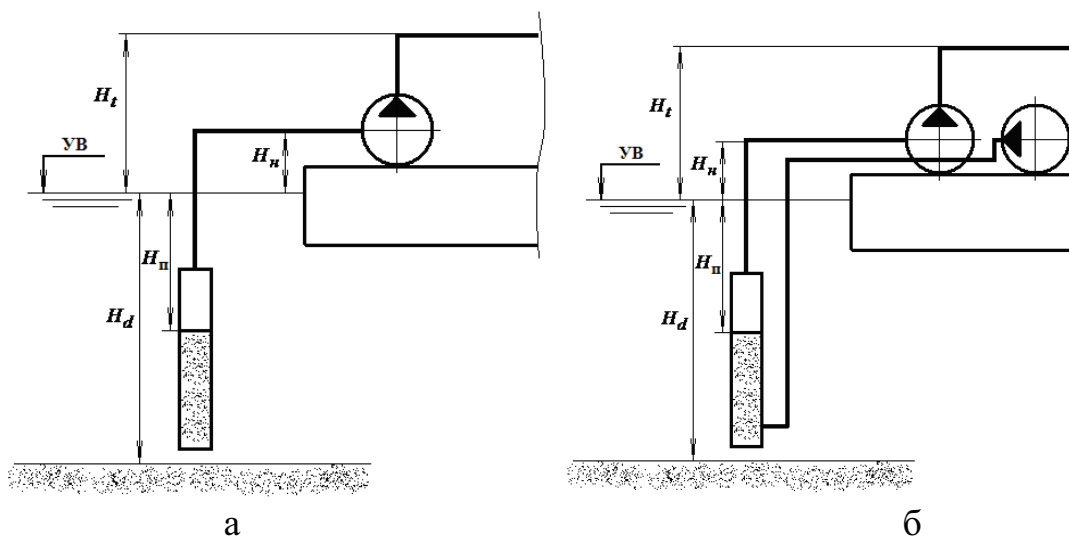


Рисунок 1 – Схема модернизации добычной системы земснаряда ССБ 500/440: а – базовый вариант; б – новый вариант

стема разработки грунта всасывающим патрубком грунтового насоса с предварительной интенсификацией грунтозабора инжектором во всасывающей линии при разрыхлении грунта струйным рыхлителем (рис. 1, б).

Конструкция грунтозаборного устройства (рис. 2) предусматривает наличие напорного патрубка 1 предназначенного для водоснабжения напорной камеры 2, всасывающего патрубка 3, системы эжекционных 4 и размывающих 5 форсунок, смесительной камеры 6, горловины 7, напорного пульпопровода 8. Всасывающий патрубок выступает за пределы напорной камеры. Сопла эжекционных форсунок, закрепленных в напорной камере, установлены под углом к ее продольной оси и направлены попутно направлению движения пульпы во всасывающем патрубке. Сопла размывающих форсунок установлены под углом к продольной оси напорной камеры и обращены встречно направлению движения пульпы во всасывающем патрубке. Напорная камера сообщена с напорным патрубком. Грунтозаборное устройство работает следующим образом: вода по напорному трубопроводу 1 подается под давлением в напорную камеру 2. Из напорной камеры вода истекает через эжекционные форсунки 4 в смесительную камеру 6 и через размывающие форсунки 5 истекает в массив грунта, размывая и насыщая его. Под воздействием высоконапорных водяных струй, истекающих через эжекционные форсунки 4 в смесительную камеру 6, во всасывающем патрубке 3 образуется область разрежения, под воздействием которой подготовленный в забое грунт движется в смесительную камеру 6, где потоки перемешиваются. Через горловину 7 пульпа транспортируется в напорный пульпопровод 8, после чего – к месту складирования или переработки.

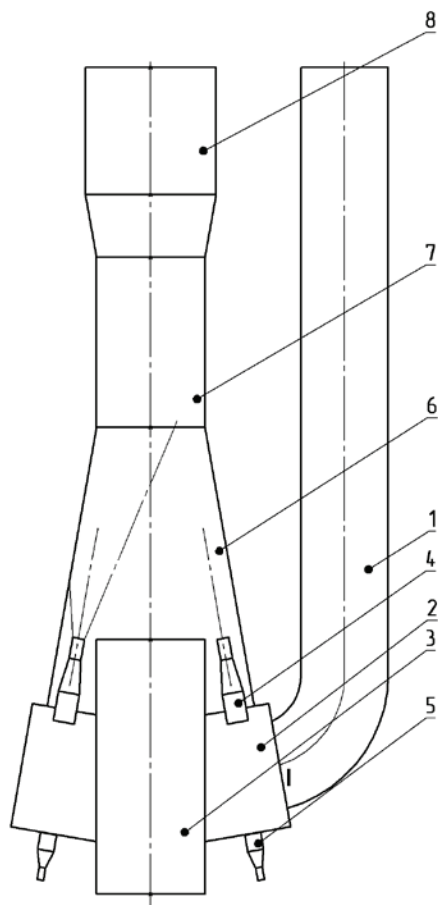


Рисунок 2 – Схема грунтозаборного устройства

Отличительной особенностью инжектора, установленного во всасывающем патрубке земснаряда, является его назначение – подъем пульпы, с требуемыми характеристиками к грунтовому насосу. Это уменьшает глубину всасывания пульпы  $H_n$  и с увеличением глубины разработки  $H_d$  позволяет сохранять высокую производительность грунтового насоса. Интенсификация разработки полезного ископаемого обеспечивается установкой системы размыва, конструктивные и режимные параметры которой, в частности: количество, диаметр сопла и угол наклона размывающих форсунок обоснованы с применением разработанной ранее методики расчета [1, 2].

## СУЧАСНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ КОРИСНИХ КОПАЛИН

В результате разработки проекта модернизации грунтозаборного устройства добычной системы земснаряда ССБ 500/440 были получены значения конструктивных и технологических параметров базового и нового вариантов (табл. 1).

Таблица 1 – Проектные параметры базового и нового вариантов

Расчетный параметр	Размерность	Значение	
		Базовый вариант	Новый вариант
1	2	3	4
Глубина добычи	м	15	22
Удельный расход воды	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	9	6
Концентрация пульпы объемная	%	10,5	15,4
Плотность пульпы	кг/м <sup>3</sup>	1084	1123
Производительность по пульпе	м <sup>3</sup> /час	2998	2894
Производительность по песку	м <sup>3</sup> /час	315	445
Производительность по песку	т/час	410	579
Производительность по песку	м <sup>3</sup> /год	918835	1296438
Производительность по песку	т/год	1194485	1685370
Диаметр судового пульпопровода внутренний	м	0,610 (труба стальная 0,630 стенка 10 мм)	
Скорость пульпы	м/с	2,85	2,75
Скорость критическая	м/с	2,84	2,67
Диаметр размывающих форсунок	мм	–	14
Количество размывающих форсунок	шт.	–	8
Рекомендуемый рефулерный пульпопровод	Трубопровод, полиэтилен ПЭ63 с наружным диаметром 630 мм, толщина стенки $\delta=24,1$ мм, Ду=581,8 мм.		
Дальность $L_n$ для обеспечения расчетной производительности	м	480	420
Скорость пульпы	м/с	3,13	3,02
Скорость критическая	м/с	2,78	2,42
Затраты электроэнергии, удельные	кВтч/м <sup>3</sup>	2,26	2,43

Выполненные расчеты легли в основу новой конструкции грунтозаборного устройства, достоинствами которой являются:

- увеличение глубины разработки до 22 м с возрастанием производительности добычной системы;
- исключение кавитационного износа проточной части грунтового насоса при разработке грунтов с глубин более 15 м;
- снижение себестоимости добычных работ при глубинной разработке.

**ВЫВОДЫ.** Выполнена модернизация добычной системы землесосного снаряда ССБ 500/440 путем разработки новой конструкции грунтозаборного

устройства. В результате модернизации глубина разработки грунтов увеличена с базовой 15 м до заданной 22 м, при этом сохранены основные технологические показатели и обеспечено снижение себестоимости глубинных добычных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко А.А. Определение размывающей скорости грунта в подводном забое, образованном турбулентной струей // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 2. – С. 78–81.
2. Бондаренко А.А. Определение параметров подводного забоя, образованного турбулентной размывающей струей / А.А. Бондаренко, В.П. Франчук, Е.С. Запара // Збір. наук. праць НГУ. – 2010. – № 34, т. 2. – С. 171–176.

#### PLANNING OF WORKER MEMBER OF SHALLOW DREDGE SSB 500/440

**A. Bondarenko**

State higher educational establishment «National mining university»

prosp. Karl Marks, 19, Dnepropetrovsk, 49005, Ukraine.

E-mail: bondarenkoa@mail.ua

Rationality of shallow dredge SSB 500/440 application, equipped the booty system with a worker member, foreseeing the superficial or diffusive washing away of soil by means of the system of washings out streams is grounded. For an increase economic of The working body is modernized by application of the system of stream preparation and hydraulic transportation of soils, in order to increase economically acceptable depth of booty from 15 m to 22 m. Here, the method to calculate structural parameters of shallow dredge hydraulic ripper and parameters of submarine face, developed by author, is used for calculation of working body parameters. As a result of project development to modernize the working body of SSB 500/440 hydraulic dredger booty system, values of structural and technological parameters of the basic and the new variants were obtained. The benefits of new design of working body are the following: increasing of working depth to 22 m with growth of the booty system productivity; elimination of wear of ground pump running parts during working out of soils from depths more than 15 m; reducing of prime price of booty works during deep working out.

**Key words:** shallow dredge, working body, washout of soil.

#### REFERENCES

1. Bondarenko A.A. (2010), «Determination of washing out speed of soil is in a submarine face, formed a turbulent stream», [Scientific announcer of NMU] no.2, pp. 78 – 81.
2. Bondarenko A.A., Franchuk V.P., Zapara E.S. (2010), «Determination of parameters of submarine face, formed a turbulent washing out stream», [Collection of scientific labours of NMU] no.34, pp. 171 – 176.

Стаття надійшла 01.11.2013.